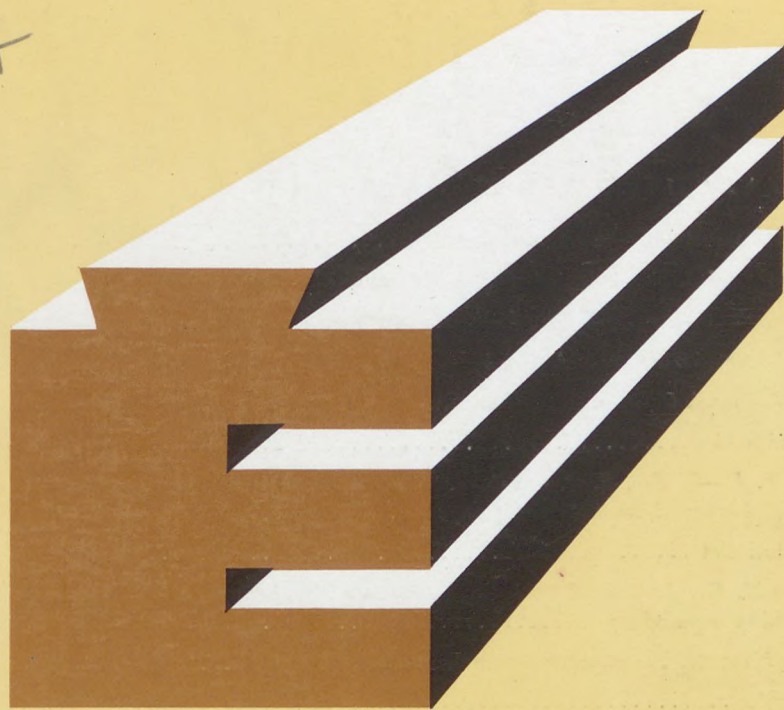


↓ 302.935
17
1975



ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

4

XXVII. ÉVFOLYAM
BUDAPEST 1975. ÁPRILIS
EPITAA 27 (4) 121-160 (1975)

A mész- és cementipar,
az üvegipar,
a finomkerámia, a téglá-,
cserép- és kő-kavicsipar,
a szigetelő anyagok ipara
tudományos szakirodalmi
folyóirata

Szerkesztő bizottság:

Dr. Talabér József
(elnök)
Dr. Beke Béla
Bretz Gyula
Csizi Béla
Erdély Imre
Dr. Grofcsik János
Dr. Hinsenkamp Alfréd
Dr. Kovács Róbert
Lenkei György
Dr. Lőcsei Béla
Pallós Imre
Szentmártony Gusztáv
Dr. Székely Ádám
Dr. Tamás Ferenc
Dr. Tóth Kálmán
Träger Tamás

TARTALOMJEGYZÉK

1945—1975 Szilikátiparunk harminc éve	121
<i>Talabér József</i> : Még mindig nem az utolsó szó az aluminátcementekről	123
<i>Tamás Ferenc—Várady Tibor</i> : Polireakciók szerepe a cementhidratációban	128
<i>Leonyid Petrovics Krepak</i> : A dúzninélküli táblaüveggyártás néhány sajátossága ...	133
<i>Csutor János</i> : A fajlagos tömörítési munka hatása a beton koekaszilárdságára ...	140
Útbeszámoló	127, 146
<i>Barry, T. I.—Miller, R. P.—Wilson, A. D.</i> : Kioldható ionokat tartalmazó üveg mint fogászati cementek alapanyaga	147
Egyesületi élet	139, 155
<i>Kanajev N. K.</i> : Az építési kerámia területén a Szovjetunióban végzett kutatások néhány eredménye	156
<i>Dárday Nikolett</i> : Porcelántervező művészek kiállítása	158
Lapszemle	B/3

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Талабер, Й.</i> : Всё еще не последнее слово о глиноземистом цементе	123
<i>Тамаш, Ф.—Варади, Т.</i> : Роль полиреакций при гидратации цемента	128
<i>Крепак, Л. П.</i> : Некоторые особенности производства листового стекла без дюзни	133
<i>Чупор, Я.</i> : Влияние удельной работы уплотнения на прочность бетонного об- разца-кубика	140
<i>Барри, Т.—Миллер, Р. П.—Вильсон, А. Д.</i> : Стекло, содержащее растворимые ионы, как основной материал зубного цемента	147

INHALT

<i>Talabér, József</i> : Noch immer nicht das letzte Wort über Aluminatzemente	123
<i>Tamás, Ferenc—Várady, Tibor</i> : Die Rolle der Polyreaktionen in der Zement- hydratation	128
<i>Krepak, L. P.</i> : Einige Sonderheiten der düsenlosen Tafelglasherstellung	133
<i>Csutor, János</i> : Auswirkungen der spezifischen Verdichtungsarbeit auf die Wür- feldruckfestigkeit des Betons	140
<i>Barry, T. I.—Miller, R. P.—Wilson, A. D.</i> : Dentalzemente auf der Basis von Glas mit auslösbaren Ionen	147

CONTENTS

<i>Talabér, József</i> : Still Not the Last Word on Aluminous Cements	123
<i>Tamás, Ferenc—Várady, Tibor</i> : The Role of Poly-Reactions in the Hydration of Cements	128
<i>Krepak, L. P.</i> : Some Characteristics of the No-Dubiteuse Sheet Glass Manufacture	133
<i>Csutor, János</i> : Effect of Specific Compacting Work on the Strength of Concrete ...	140
<i>Barry, T. I.—Miller, R. P.—Wilson, R. P.</i> : Dental cements Based on ion Leachable Glasses	147

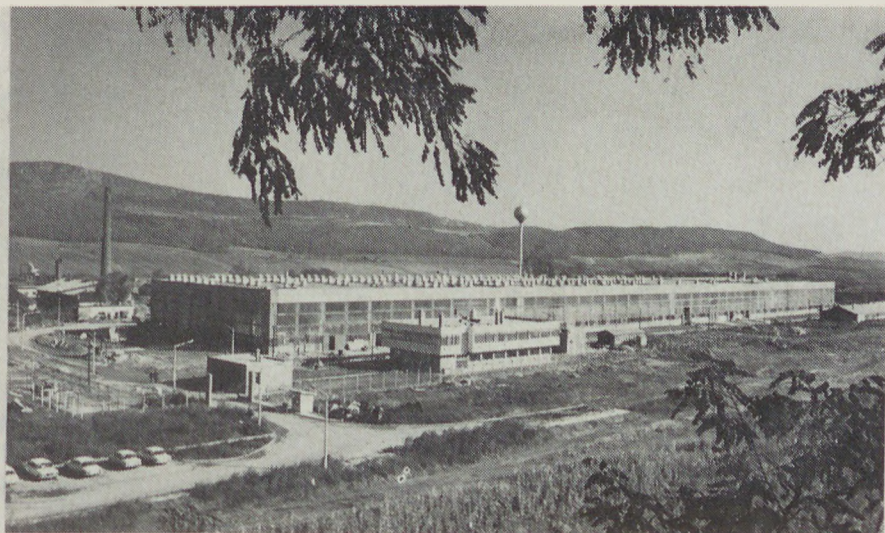
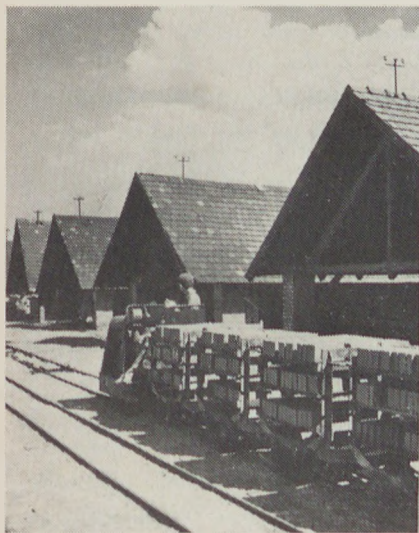
1945—1975

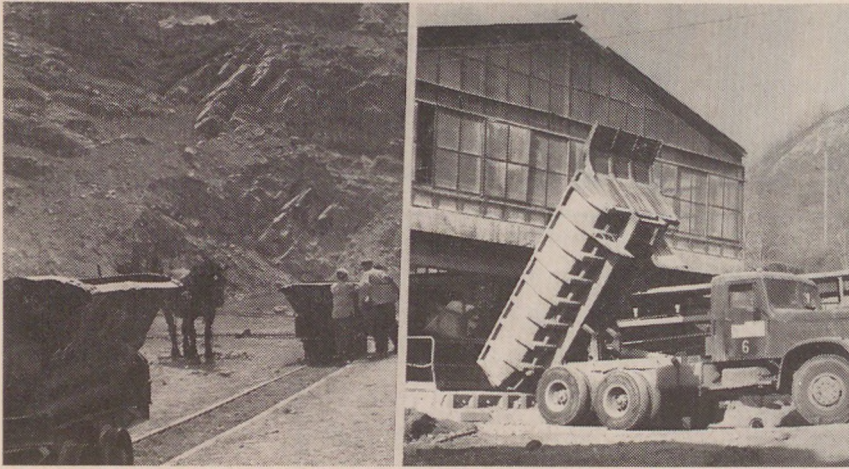
Szilikátiparunk harminc éve

Hazánk az ünnepi készülődés lázában él, dolgozik. A harminc év előtti történelmi sorsfordulót, országunk újjászületését ünnepeljük, és a közelmúltban köszönthettük új életünk vezető erejének, a munkásosztály forradalmi pártjának, a Magyar Szocialista Munkáspártnak a XI. kongresszusát.

1945. április 4-én Magyarországon területén véget ért a háború. Véget ért ezzel a fasizta-nyilas

rémuralom, és győzelmesen véget ért a magyar nép évszázados harca a nemzeti függetlenségért, a szabadságért. Amikor ezt ünnepeljük, első szavunk a köszönet és a hála szava a Szovjetuniónak. Annak az országnak, amelyik a legtöbbet szenvedett és a legtöbb áldozatot hozta azért, hogy Európa és a világ megszabaduljon a fasizmus lidércnyomásától. A szovjet hadsereg áldozatos harcának köszönhetjük,





hogy a magyar nép lehetőséget kapott arra, hogy maga vegye kézbe az ország sorsának irányítását, elinduljon a társadalmi felemelkedés útján. Kegyelettel adózunk a szorjjet katonák emlékének, akik a legdrágábbal, életüket áldozták a fasiszta Németország elleni harcban.

Harminc évvel ezelőtt lezárult országunk történelmének egy korszaka, és előttünk állt egy új élet felépítésének feladata.

Ha ma, az ünnep óráiban visszatekintünk a megtett útra, nyugodt lelkiismerettel, örömmel és büszkén állapíthatjuk meg, hogy jól gazdálkodtunk a kapott lehetőséggel. Hazánk az elmúlt harminc év alatt, a Szorjjetunió és a baráti szocialista országok segítségével, azokkal együtt haladva olyan társa-

dalmi-gazdasági fejlődésen ment keresztül, amelyhez hasonlóra történelmünk során még nem volt példa.

Saját szakterületünkön is hatalmas változást hozott az ellett három évtized. A fejlődésről itt csak vezérszavakban, néhány képben számolhatunk be.

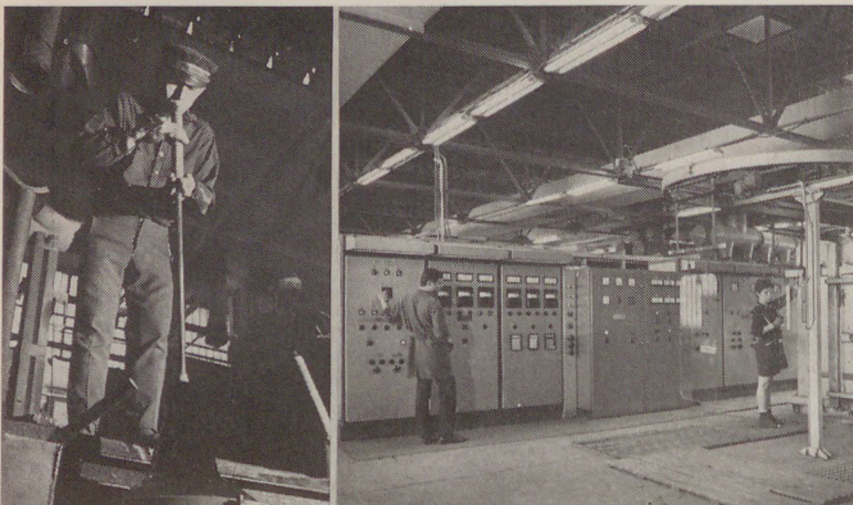
A felszabadulás előtt a szilikátipar a legelmaradottabb iparágak közé tartozott. A háború pusztításai a meglevő, korszerűtlen műszaki színvonalú üzemeket sem kímélték. Pedig az élet újrakezdéséhez az élelem mellett szinte az építőanyagra volt a legnagyobb szükség. A szilikátipar dolgozói áldozatos munkával igyekeztek az igényeket kielégíteni. Az igények pedig az évek folyamán egyre nőttek. Az újjáépítés után az ország iparosítása, a lé-

tesülő új városok, majd a lakásépítés ugrásszerű növekedése, a vegyipar, a híradástechnikai ipar fejlődése mind több és korszerűbb szilikátipari terméket igényelt. A szilikátipar mind a mennyiségi termelésben, mind a termelés korszerűsödésében, mind az új anyagok kidolgozása és előállítása tekintetében nagy léptekkel haladt előre. Vác, Uzsabánya, Bakony-szentlászló, Solymár, Hódmezővásárhely, Beremend, Orosháza, Bátaszék, Nyergesújfalu, Hejőcsaba — csak a fontosabb állomásait jelzik a fejlődésnek. Cementtermelésünk több mint tízszeresére, téglagyártásunk négyszeresére növekedett 1938-hoz képest, ugyanakkor egészen új szilikátipari iparágak jöttek létre.

Magyarországon rendszeres szilikátipari szakemberképzés folyik; gyakorlati szakembereink egyesületünkbe, a Szilikátipari Tudományos Egyesületbe tömörülve fejleszthetik tovább ismereteiket; lapunk, az Építőanyag publikációs fórum és információs anyag iparágunk dolgozói számára.

Mindezek az eredmények jogos megalapozottsággal tölthetnek el bennünket, de nem lehetünk önelégültek. Tisztában vagyunk azzal, hogy a nagy fejlődés ellenére sem tudjuk még a szilikátiparral szemben támasztott igényeket maradéktalanul kielégíteni.

Iparágunk eredményei döntő hatással vannak egész népgazdaságunk fejlődésére. Az ebből ránk háruló felelősséget átérezve időről-időre mérleget kell készítenünk: fel kell mérnünk a megtett utat, és meg kell határozni az előttünk álló feladatokat, hogy a kitűzött célok ismeretében valamennyien, az iparág felelős vezetőitől kezdve a gyárakban dolgozó szakmunkásokig, tudásunk és lelkesedésünk legjavát adva szolgáljuk a szilikátipart, és ezen keresztül járuljunk hozzá népünk további felemelkedéséhez, szocializmust építő hazánk fejlődéséhez.



Még mindig nem az utolsó szó az aluminátcementekről

T A L A B É R J Ó Z S E F

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Az aluminátcementek témája még mindig nincs lezárva. A lelkiismeretünknek maradunk adósai azzal, hogy nem soroltuk, mert nem sorolhattuk fel azt a számtalan sok kutatót és tudóst a világ minden részéből, akiknek évtizedeken át tartó fáradozása eredményeképpen ma már sok kérdésben tisztán látunk. Az aluminátcement probléma ennek ellenére minden részletkérdésében még nem megoldott. A hidratációnak, a kötés- és szilárdulás mechanizmusának sok kérdésében az alumínium-hidrátok fizikai, kémiai, ásványtani tulajdonságainak egzakt és egyértelmű magyarázatában, az aluminátcementek időtállóságában, építőipari alkalmazása területén van még rendezni valónk. Még vitatkozni is fogunk sok kérdésben. A legfontosabb azonban az, hogy ma már nem félünk az aluminátcementektől és nem tekintjük rejtélyesnek az aluminátcementből készült betonok meghibásodását és tönkremenetelét és azt, hogy megfelelő intézkedések szigorú betartása esetén ezt a tönkremenetelt el is tudjuk kerülni.

Ezek előrebocsátása után szeretnék néhány gondolatot, problémát felvetni.

1. Az aluminátcementekről általában

A kalciumaluminátokra, illetve azok hidratációjára alapozott aluminátcementek nagy előnye a portlandcementekkel szemben a gyors szilárdulás, tehát a nagy kezdőszilárdság. A kalciumaluminátok, különösen pedig a monokalciumaluminát (CA) hidraulikus tulajdonságainak korai felismerése után (1856 Saint Claire Dewille) szisztematikus kutatómunkával is évtizedek teltek el, míg I. Bied eljutott odáig, hogy a francia Lafarge cég 1908-ban beje-

gyezhette a „Ciment fondu” néven megismert új hidraulikus kötőanyagot.

A cementkutatások abban az időben megmaradtak a kalciumaluminátok területén. Csak jóval később jutottak el a cementkutatók oda, hogy a periódusos rendszer II. oszlopának más alkáli földfémjeit is megvizsgálják. Így jutottak a stroncium, illetve báriumhoz, melyeknek aluminátjai a kalciumaluminátokhoz hasonlóan hidraulikus szilárdulásra képesek.

Ha tehát egész általánosságban az aluminátcementekről beszélünk, a Sr és Ba alapú kötőanyagokat is ide kellene értenünk. Ezek vizsgálata és értékelése azonban nem feladatunk.

2. Az aluminátcementek szerkezete

Nem kívánok a kalciumaluminát vegyületek képződésével és tulajdonságaival részletesen foglalkozni.

A Rankine és Wright által összeállított biner $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ rendszer mindenki által jól ismert. Miután azonban nem a tiszta klinkerásványok tulajdonságainak vizsgálata volt feladatunk, eltekinthettünk a rendszer kisebb ellentmondásaitól, az esetleges kisebb hőmérsékleteltérésektől, valamint ezen alkatrészek szerepétől és vizsgálatától, amelyek az egyes aluminátok rácsába beépülve azok kristálytani tulajdonságait, de reakcióképességeit és hidratációs viszonyait is kisebb, vagy nagyobb mértékben, de nem alapvető módon megváltoztatják. Itt elsősorban a vasoxidokra, FeO -ra, Fe_2O_3 -ra és az MgO -ra gondoltam.

Hasonló felfogást képviseltem a $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ hármas rendszernél is. A különböző alkatrészek szerepének megítélésénél azonban ma nehezebb helyzetbe kerültem. Az FeO , Fe_2O_3 , MgO , Mn_2O_3 ,

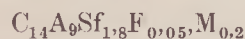
* A VI. Nemzetközi Cementkémiai Kongresszus plenáris előadása.

TiO₂ jelenléte miatt csábított a gondolat, hogy én is megkíséreljem felvázolni az aluminátcementek ásványi összetételét, úgy, ahogy T. W. Parker tette a londoni Cementkongresszuson 1952-ben, vagy ahogy ott a vita során Mr. H. G. Midgley és Mrs. C. M. Midgley, W. L. De Keyser, J. Brocard, P. L'Hopitalier, T. D. Robson tették. A rendelkezésemre álló saját vizsgálati anyagok és az időközben kapott információk azonban nem voltak elegendők ehhez, hogy ebben a nehéz kérdésben többet mondjak annál, amit irodalomban eddig megismertünk, nevezetesen: a három vegyértékű vasoxidból különböző vegyületek, mint CF, C₂F, C₄AF képződnek, de képződhetnek szilárd oldatok is, melyeknek összetétele a C₆AF₂ és a C₆A₂F összetétel között változhat.

A ferrovegyületek jelenléte is rendkívül komplikált. T. W. Parker Londonban ezt a következő összetételű vegyülettel fejezte ki:



A szálas, vagy hosszú tűk formájában jelentkező vegyület összetételére Midgley 1968-ban C₂₂A₁₇f₃S₂ összetételt, Desvignes pedig, 1970-ben a



összetételt javasolta megállapítva azt, hogy a szálak még egyéb elemet is tartalmaznak.

A kérdés részletesebb vizsgálatába nem mentünk bele, különösen akkor, ha még az MgO-TiO₂-SO₃ lehetséges szerepére, valamint a helyettesíthetőségekre is gondolunk.

3. Az aluminátcementek előállítása

Különösebb kiegészítenivaló itt nincs. Ma már csak mint történeti érdekesség a zsugorításos alapon, körkemencében, rendkívül kedvező hőmérsékleti és energetikai viszonyok mellett történő bauxit-cement-klinker előállításra, mely utat Magyarország és Csehszlovákia járt a Citadur, illetve Bauximent elnevezésű aluminátcementekkel.

4. Az aluminátcementek hidratációja

Nem egészen egyértelmű kifejezés ez a szó: hidratáció. Egész sor kémiai, fizikai, fizikokémiai folyamatot foglal magában, melyek közül csak a legfontosabbakat említtem meg: oldás, hidrolízis, hidratáció, hidrátvegyületek keletkezése, kolloid-kémiai folyamatok, mint gélképződés, vízleadás, porozitás változás, átkristályosodás stb. A hidratáció alatt a klinkernek (vagy a klinkerásványoknak) vízzel való reakciója során végbemenő folya-

matokat értjük, melynek során az aluminátcement-vízrendszerben számos instabilis és stabilis vegyület (zömmel hidráttermék) keletkezik.

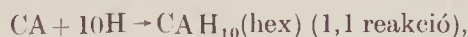
Leegyszerűsítve a kérdést, az aluminátcementek hidratációját a CaO-Al₂O₃-H₂O rendszer, vagy még összetettebben a CaO-Al₂O₃-Fe₂O₃-SiO₂-H₂O rendszerben végbemenő folyamatok vizsgálatával lehet modellezni.

A CaO-Al₂O₃-H₂O rendszer ismert állapotábrája szerint a keletkező stabilis vegyületek mellett a (AH₃, szabályos rendszerű C₃AH₆, CH) több instabilis hexagonális hidrát (C₄AH₁₃, C₂AH₈, CAH₁₀) keletkezik, melyek létezési feltételei a koncentráció és hőmérséklet függvényében mások és mások, az egyensúlyi feltételek még átmeneti állapotban is nagyon bizonytalanok. Emiatt ha sikerül is kémiaiilag tiszta preparátumokon kimutatni egyes vegyületek létezését és ezeket identifikálni és reprodukálni is tudjuk, távol vagyunk attól, hogy a reagáló anyagok a reakció körülményei és a reakció termékek sokrétűségében a végső biztos szót kimondjuk. Nehezíti még a tisztánlátást az is, hogy a hidratáció során végbemenő kolloidkémiai folyamatokkal mindig csak periférikusan tudunk foglalkozni. Pedig az AH₃ és az FH₃ gél stabilitása, oldhatósága, alakulása levegőben, vízben, vagy a levegő CO₂ tartalma jelenlétében döntő az aluminátcementekből készült betonok szilárdsága, stabilitása és élettartama szempontjából.

Az egyes kalciumaluminátok lehetséges reakcióit az 1. táblázat mutatja be.

Az 1,4, 2,4, 3,4 reakciók csak magasabb hőmérsékleten, vagy nagy pH-érték mellett mennek végbe C₃AH₆ közönséges hőmérsékleten nem képződik. A CA hidratációja a következőképpen megy végbe:

a) 20—22 °C-nál kisebb hőmérsékleten kis v/c tényezőnél



1. táblázat

Klinker-ásvány	Jel	Kémiai reakció
1. CA ...	1,1	CA + 10H → CAH ₁₀
	1,2	CA + 5 1/2H → 1/2C ₂ AH ₈ + 1/2AH ₃
	1,3	CA + 5 1/2H → 1/4C ₄ AH ₁₃ + 3/4AH ₃
	1,4	CA + 4H → 1/3C ₃ AH ₆ + 2/3AH ₃
2. C ₁₂ A ₇ ..	2,1	C ₁₂ A ₇ + 60H → 2CAH ₁₀ + 5C ₂ AH ₈
	2,2	C ₁₂ A ₇ + 51H → 6C ₂ AH ₈ + AH ₃
	2,3	C ₁₂ A ₇ + 51H → 3C ₄ AH ₁₃ + 4AH ₃
	2,4	C ₁₂ A ₇ + 33H → 4C ₃ AH ₆ + 3AH ₃
3. CA ₂ ..	3,1	CA ₂ + 13H → CAH ₁₀ + AH ₃
	3,2	CA ₂ + 9 1/2H → 1/2C ₂ AH ₈ + 1 1/2AH ₃
	3,3	CA ₂ + 8 1/2H → 1/4C ₄ AH ₁₃ + 1 3/4AH ₃
	3,4	CA ₂ + 7H → 1/3C ₃ AH ₆ + 1 2/3AH ₃

- b) 20—22 °C-t meghaladó hőmérsékletű nagy v/c tényezőnél
 $2CA + 11H \rightarrow C_2AH_8(\text{hex}) + AH_3$ (1,2 reakció),
- c) 30 °C felett
 $3CA + 12H \rightarrow C_3AH_6(\text{szab}) + 2AH_3$ (1,4 reakció),
- d) Még nagyobb hígítás mellett, oldatokban
 $C_4AH_{13}(\text{hex})$ (1,3 reakció).

A keletkezett hidratvegyületek összetétele, a különböző hőmérséklet, nyomás, levegő CO_2 tartalma, oldat pH-értéke a víztartalmat illetően változhat, kivéve a szabályos rendszerbe tartozó C_3AH_6 összetételű hexahidrátot, amely a rendszer legstabilisabb hidrátjának tekinthető és a változások, amelyek a rendszerben végbemennek a C_3AH_6 irányába történnek.

Hasonló módon megy végbe a $C_{12}A_7$ és a CA_2 hidratációja is.

A kalciumaluminátok és a víz közötti reakció legfontosabb paraméterei: a hőmérséklet, a kristályok és az oldószer felületének nagysága, az érintkezés intenzitása és a folyadék fázisösszetétele, mint ahogy Rumjancev és társai megállapították.

A vasvegyületek hidratációja hasonlóan történik. A hidratáció végterméke egyes esetekben azonos. A három vegyértékű vas részben beépül a kalciumalumináthidrátba és a C_3AH_6 -ban az Al_2O_3 egy részét Fe_2O_3 helyettesítheti.

5. A $CaO-Al_2O_3-H_2O$ rendszer hidratvegyületeinek átalakulása

A lehetséges átalakulási reakciókat a 2. táblázat mutatja be. Az átalakulást elősegítő tényezők legfontosabbjai:

- a hőmérséklet,
- a nedvesség,
- a rendszer pH-értéke.

E tényezők hatása legtöbb esetben összefügg egymással. Különösen a hőmérséklet és a nedves-

2. táblázat

Eredeti hidrát	Átalakulási reakció	Jel
CAH_{10}	$\rightarrow 1/3C_3AH_6 + 2/3AH_3 + 6H$	6
$3CAH_{10}$	$\rightarrow C_3AH_6 + 2AH_3 + 18H$	6,1
CAH_{10}	$\rightarrow 1/2C_2AH_8 + 1/2AH_3 + 4\frac{1}{2}H$	7
$2CAH_{10}$	$\rightarrow C_2AH_8 + AH_3 + 9H$	7,1
C_2AH_8	$\rightarrow 2/3C_3AH_6 + 1/3AH_3 + 3H$	8
$3C_2AH_8$	$\rightarrow 2C_3AH_6 + AH_3 + 9H$	8,1
C_4AH_{13}	$\rightarrow C_3AH_6 + CH + 6H$	9

ség együttes szerepe döntő. Csak a hőmérséklet emelkedése következtében nem képződik szabályos C_3AH_6 , hanem csak a hexagonális alumináthidrátok dehidratációja. Nedvesség jelenlétében közölt hőmérséklet emelkedés során azonban törvénytzerűen — sokszor igen gyorsan, végbemegy a C_3AH_6 -tá történő átalakulás.

Az instabilis alumináthidrátok átalakulása a pH-érték emelkedése esetén meggyorsul.

6. Karbonátosodás

CO_2 hatására a C_3AH_6 -nál az alábbi reakció játszódik le:



CO_2 jelenlétében a reakció teljesen végbemegy, a rendszer stabilis termékei, a $CaCO_3$ és az $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ (gibbsit, esetleg amorf formában) keletkezése közben.

A C_3AH_6 -nál is gyorsabban reagálnak a CO_2 hatására a hexagonális kalciumaluminiumhidrátok. Alkáliák ezt a folyamatot gyorsítják.

7. Alkáli hatások az aluminátcementekre

Az alkálikarbonátok szerepét az alábbi reakcióegyenleteken keresztül a 3. táblázat mutatja be. Összekapcsolva a kérdést a CO_2 szerepével is, a stabilis termékek keletkezésének folyamata az alumináthidrátok teljes felbomlásáig tart.

3. táblázat

Alkáliák hatása

$2KOH + CO_2 \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$	15
$K_2O + CO_2 \rightarrow K_2CO_3$	16
$K_2CO_3 + CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 10H_2O \rightarrow CaCO_3 + K_2 \cdot Al_2O_3 + aq$	17
$CO_2 + K_2O \cdot Al_2O_3 + aq \rightarrow K_2CO_3 + Al_2O_3 \cdot 3H_2O + aq$	18
$C_2AH_8 + 2K_2CO_3 \rightarrow 2CaCO_3 + AH_3 + 4KOH + 3H_2O$	20

A jelenségek egyébként régóta ismertek. Renegade és l'Hopitalier már 1936-ban foglalkoztak ezzel a kérdéssel.

A változások gyors kifejlődéséhez természetesen több tényező egyidejű hatása szükséges. E tényezők:

- víz jelenléte,
- az aluminátcementbeton nagy porozitása,
- CO_2 jelenléte,
- meleg és nedves környezet,
- alkáliák jelenléte.

8. Az aluminátcementek szilárdságának visszaesése

Az előzményekre, az útkeresésre nem kívánok utalni. Ma már a legtöbb kutató a szilárdság visszaesés elsődleges okát a nagy moltérfogatú instabilis vegyületeknek kisebb moltérfogatú stabilis vegyületekké való átalakulása következtében előálló porozitásnövekedésben jelöli meg.

Révai szerint még más tényezők is közrejátszanak a szilárdság visszaesés létrejöttében. Így a pórusok és kristályok méreteinek a fajlagos felületnek, tehát az anyag mikrostruktúrájának a hatása.

Hasonlóan fogalmaz Schwiete és Ludwig is, mikor megállapítják, hogy a hidratátalakulás a molekula térfogatváltozásával van összekötve, ez pedig szükségszerűen hozza magával a nyílt porozitás változását.

Az átalakulás reakcióegyenleteit vizsgálva (4. táblázat) a 21. egyenlet alapján a C_3AH_6 és a $2AH_3$ együttesen 47,3%-át foglalják el annak a térnek, melyet átalakulás előtt a $3CAH_{10}$ betöltött. Tehát az ösztérfogat 52,7%-át kitevő víz okozója a porozitásnak. A 22. reakcióegyenlet alapján ez az érték 33,9% víz. Ez a víz rendkívül labilis. Érzékeny a hőmérséklet emelkedésére, mely esetben jelentős része elpárolog.

4. táblázat

Az aluminátcement átalakulásának reakcióegyenletei

$3CAH_{10} \longrightarrow C_3AH_6 + 2AH_3 + 18H$	21
$3C_2AH_8 \longrightarrow 2C_3AH_6 + AH_3 + 9H$	22
$3CA + 12H \longrightarrow C_3AH_6 + 2AH_3$	23
$C_3AH_6 + 3CO_2 \longrightarrow 3CaCO_3 + AH_3 + 3H$	11
$3CAH_{10} + 3CO_2 \longrightarrow 3CaCO_3 + 3AH_3 + 21H$	24
$3C_2AH_8 + 6CO_2 \longrightarrow 6CaCO_3 + 3AH_3 + 15H$	25

A porozitás önmagában is jelentős szilárdságcsökkentést okoz, de ezen túlmenően fellazítja a cement eredetileg tömör szerkezetét, teret nyitva a CO_2 és az alkáliák romboló munkájának.

Ezért kell tömör, a legkevesebb pórust tartalmazó betont készítenünk.

Ezen feltételeknek a 23. reakció felel meg, amelyhez szükséges legkisebb víztartalom mellett a CA még teljes hidratációra képes. A vízmennyiségnek a vízmentes kalciumalumináthoz való viszonya tehát a v/c tényező = 0,45.

Ezt az értéket Allegre „Kritikus” v/c tényezőnek nevezte el, R. Rabot és M. T. Faurie szerint a franciaországi aluminátcementeknél a kritikus v/c tényező 0,35 körül van.

Ilyen értelemben még egyszer vizsgálva a CO_2 hatását, a 11. egyenlet szerint a C_3AH_6 -nak CO_2 -vel való reakciója során kalcit és gibbsit képződés

közben 116% térfogatnövekedés keletkezik. A szerkezet tehát tömörebb lesz.

A 24. egyenlet alapján azonban 48,5%, a 25. egyenlet alapján 24,6% a pórustérfogat.

Mindezek ellenére a kérdéssel igen mélyrehatóan foglalkozó Schwiete, Ludwig és Révay nem tudták csak a porozitásváltozással teljes mértékben megmagyarázni a szilárdság visszaesést.

Korszerű módszerekkel, gázáteresztőképesség vizsgálattal, fajlagos felület és póruseloszlás vizsgálattal arra a megállapításra jutottak, hogy a kristályok és az amorf részecskék egymáshoz viszonyított aránya, a pórusok alakja, elhelyezkedése, a fajlagos felület determinálja a szilárdságot.

Tehát a kritikus v/c tényezőnél, vagy az azalatti értéknél a szilárdság visszaesés sokkal kisebb értékű, mert az átalakulás hatására elkerülhetetlenül jelentkező pórusnövekedést a kezdeti időpontban vízhiány miatt nem hidratálódó cementrészecskék későbbi hidratációja ellensúlyozza.

A rendkívül kedvezőtlen magyar tapasztalatok igen nagymértékben annak tudhatók be, hogy Magyarországon a kritikus v/c tényezőnél általában sokkal nagyobb v/c tényezővel dolgoztak és kihasználva a kezdeti kedvező szilárdsági értékeket, kis cementadagolást (250–350 kg/m³) alkalmaztak.

9. A hőmérséklet hatása

A $CaO-Al_2O_3-H_2O$ rendszerben 20 °C felett a C_3AH_6 stabilitási területe erősen kibővül. Az alumináthidrátok átalakulása ezzel együtt meggyorsul.

E kérdés, a külső hőmérsékleten túl, szoros kapcsolatban áll az aluminátcementek hidratációjából keletkezett hófejlődéssel is.

10. Korróziós veszélyek

A friss portlandcement betonok pH-értéke 12,5–13,0 érték között van. Ilyen pH-érték mellett oxidáció nem keletkezik.

Aluminátcementekből készült friss betonok pH-értéke 11,5–11,7. Korróziós veszély csak $pH < 9,0$ érték mellett következik be. Kloridok és más elektrolitok jelenlétében felléphet a vaskorrózió.

11. Következtetések

Betonkészítésnél a bedolgozhatóságot is figyelembe véve a minimális v/c tényezőre kell törekedni. A kritikus v/c tényezővel, vagy ez alatti értékkel kell dolgozni. Ez biztosítja a beton minimális porozitását.

A beton tömörségét minimálisan $400\text{--}450\text{ kg/m}^3$ cementadagolással kell biztosítani.

Alkáliákat, kéntartalmú vegyületeket távol kell tartani a kötő cementtől és a megszilárdult beton-tól.

Szulfid vegyületeket ne tartalmazzon az alumínátcement.

Ügyelni kell arra, hogy a beton hőmérséklete a $20\text{ }^\circ\text{C}$ -t ne haladja meg.

Mindezekkel az intézkedésekkel biztosítható az

aluminátcementek viszonylagos stabilitása, ahol az aluminátcementek megtarthatják hasznos, de korlátozott alkalmazási területüket.

Талабер, Й.: Все еще не последнее слово о глиноземистом цементе

Talabér, József: Noch immer nicht das letzte Wort über Aluminatzemente

Talabér, József: Still Not the Last Word on Aluminous Cements

Útbeszámoló

A SZIKKTI megbízása alapján 1974. november 2—7. között megtekintettem két, lengyelországi kavicsbányákban üzemelő újszerű agyagtalanító berendezést.

1. A Szovjetunió és Lengyelország közti együttműködés keretében a szovjet VNII NERUD Togliatti Kutató Intézet tervezett és kivitelezett egy P—633 típusú vibrációs mosóberendezést, amelyet a lengyel Rzeszow-i Kavicsbánya V. Czarna Sędziszowska-i üzemében állítottak fel. A berendezést szovjet szabadalom védi.

A mosóberendezés felépítése a következő: két párhuzamosan elhelyezett $700\text{ mm } \varnothing$, 2200 mm hosszú, alul 5 mm perforálású dobot 4 hengeres spirálrugóra támaszkodó csuklós rúdon függő acél tartószerkezet fog össze. A rugók biztosítják, hogy a rezgőrendszer az alapkeretre ne adja át a rezgőmozgást. A dobok között helyezkedik el a két végén excenter súlyokkal ellátott tengely, amelyet villanymotor hajt meg. A dobok egyik végén a feladógarat, másik végén a leadóküszöb helyezkedik el. A dobok és a hozzájuk hegesztett szerkezeti elemek kopásálló gumibéléssel vannak ellátva. A berendezés szabályozható teljesítménye $30\text{--}70\text{ m}^3/\text{ó}$, a mosási idő $1,3\text{--}3$ perc, maximális szemmagyság 150 mm ,

mosóvíz szükséglet $50\text{--}100\text{ m}^3/\text{ó}$, frekvencia: $1470/\text{perc}$, amplitúdó: $1,9\text{--}2,4\text{--}3,1\text{--}3,6\text{--}4,0\text{--}4,4\text{ mm}$, gyorsulás: 100 m/sec^2 , motorteljesítmény: 40 kW , fordulatszám: $1470/\text{perc}$, a berendezés teljes súlya: 3250 kg .

A berendezés működési elve: a feladott $20\text{--}80\text{ mm } \varnothing$ szemcsék a gép rezgése következtében spirális pályán mozognak előre, eközben egymáshoz súrlódva, ütődve koptatják az agyagszemcséket, amelyeket a feladott mosóvíz híg zagyvá alakít, és így a dobok perforációján egy gyűjtő tartályba, onnan szivattyún keresztül a zagyterre távozhat. A berendezésbe adagolt frakció 7% agyagrögöt tartalmazott, a mosott anyagot kúpostörővel aprítják. A végtermék évi átlagban $0,5\text{--}1\%$ agyag-izsaptartalmú.

2. A lengyel COB-R PKB WAR-SZAWA Kutató Intézet kifejlesztett egy száraz üzemű, kéthengeres agyagleválasztó berendezést, amelyet üzemi kísérletben a radymnoi kavicsbányában mutattak be.

A gép két $1000\text{ mm } \varnothing$ párhuzamos, vízszintes tengelyű hengerből áll, amelyek egyike acéllemez palástú, a másik pedig 4 használt tehergépkocsi gumikerékből kialakított henger. A hen-

gerek egy hegesztett acéltartó szerkezeten vannak csapágyazva. A gumihenger vízszintes irányban — a feladott szemmagyságnak megfelelően — mozgatható. A villanymotor az acélhengert forgatja, és ettől veszi át a forgómozgást a gumihenger. A berendezés teljesítménye $100\text{ t}/\text{ó}$, túlnyomás a gumikerekekben $0,8$ att, forgási sebesség $0,8\text{ m/sec}$, motorteljesítmény: 45 kW , a berendezés teljes súlya 3500 kg .

A berendezés működési elve: az osztályozóról lekerülő $20\text{--}30\text{ mm}$ -es frakció a szállítószalagról a két forgódob közé jut, a kavics a dobok között lehullik, míg az agyagrögök az acélhenger palástjára tapadnak, ahonnan egy kaparókés a feladással ellentétes oldalon leszedi azokat, majd szállítószalagon a meddőhányóra kerülnek. A megtekintés során megállapítottuk, hogy a feladott anyagból az agyag $80\text{--}90\%$ -át a gép leválasztotta.

Mindkét gép esetében megállapítható, hogy a feldolgozásra került agyagminőség erősen eltér a hazaitól. Az agyagrögök kővér, képlékeny, átázott minőségben kerülnek feladásra, a kavicszemekre ragadt agyag lemosható. Az eddigi tapasztalatok szerint nálunk keményebb, nehezen átázatható és kimosható az agyag-szennyeződés.

Kísérleti berendezésként mindkét szerkezetet célszerű lenne kipróbálni, illetve a hazai tapasztalatok alapján továbbfejleszteni.

Kováts Jenő

Polireakciók szerepe a cementhidratációban*

TAMÁS FERENC — VÁRADY TIBOR
Veszprémi Vegyipari Egyetem, Szilikátkémiai Tanszék

Bevezetés

Földünkön a legnagyobb mennyiségben használt szerkezeti anyag a cement, helyesebben az abból készült beton; fontosságuk rendkívül nagy, hiszen, mint a legelterjedtebb építési anyagokkal napról-napra fokozódó mértékben találkozunk velük, időállóak, környezetünket nem szennyezik és előbb-utóbb éppen úgy talajjá mállanak, mint kőzeteink. E nagy gyakorlati fontosság ellenére még nem ismerjük kellő mértékben a megszilárdult cementek, és ezek között is a legfontosabb: a megszilárdult portlandcement szerkezetét. Számos, egymással többé-kevésbé szembenálló elméletet ismer az irodalom és ezek helyességét vagy helytelenségét számosan vitatják. Még olyan fontos kérdés, mint a megszilárdult cementben fellépő kötések *kémiai alaptípusa* sem ismert kellő mértékben: feltételeztek van der Waals, illetve hidrogénkötéseket [1] de vegyértékkötéseket [2] is, hogy csak néhány példát említsünk az irodalomból.

Maga az élénk vita is bizonyítja, hogy a világ legnagyobb mennyiségben használt kötőanyagának, a megszilárdult portlandcementnek a szerkezetét nem ismerjük eléggé. Ugyanakkor azonban meglehetősen kiterjedt és részletekbe menő ismereteink vannak egy másik fontos kötőanyagcsoport, a (szerves) műanyagok szerkezetéről. E kiterjedt ismeretek oka — számos egyéb mellett — abban keresendő, hogy a műanyagok, de legalábbis a műanyagok alap-építőeleme (a szóbanforgó műanyagtípus monomerje) oldatban is tanulmányozható; márpedig az oldatok fizikai-kémiai törvényszerűségeit jól ismerjük, az oldatok viselkedé-

séből szerkezeti következtetéseket lehet levonni. Tudjuk azt, hogy a műanyagok polimerek, azaz a *monomer* (vagy szilikátkémiai kifejezéssel élve, a *nezo-*) egység többszörös egyesülésével jönnek létre; így hosszabb láncok, gyűrűk, rétegek vagy keresztkötésű, térbeli alakulatok jönnek létre. A többszörös egyesülés mechanizmusa polikondenzáció, polimerizáció, poliaddíció stb. lehet; közös szóval e folyamatokat *polireakcióknak* nevezhetjük.

E tanulmányban azt kívánjuk bebizonyítani, hogy a polireakciók a portlandcement szilárdulása során is fontos szerepet játszanak; e polireakciók lényege, hogy az egymás melletti SiO_4 -ionok közt $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ (sziloxán-)kötések jönnek létre. A szilárdulás során tehát megváltozik az anionszerkezet. Természetesen a műanyagok és a portlandcement szilárdulásánál különbségek is vannak, melyeket figyelembe kell venni.

Annak ellenére, hogy óriási szakirodalom foglalkozik a kalcium-szilikátok és a portlandcement hidratációjával, az anionszerkezet változásait szinte kivétel nélkül elhanyagolták. Ennek fő oka az a már említett tény, hogy az anionszerkezet megállapításának klasszikus módszere (a savmaradék felszabadítása valamilyen erősebb savval) a szilikátok esetében nem hajtható úgy végre, hogy az anionszerkezet megőrződjék (ha csak különleges technikát nem alkalmazunk); a felszabadított kovasavak ugyanis bomlékonyak, mert spontán polikondenzáció révén átalakulnak; azaz nem lehet őket olyan módon megőrizni, hogy vizsgálatuk útján az eredeti ionszerkezetre vissza lehessen következtetni.

A felszabadított kovasavak gyors változását azonban *le lehet lassítani* olyan módon, hogy az oldáshoz hideg és híg savakat használunk fel; ilyen

* A VI. Nemzetközi Cementkémiai Kongresszusra beküldött előadás.

körülmények között ugyanis a felszabadított kovasavak többé-kevésbé, és bizonyos, nem nagyon hosszú időn át megőrzik eredeti szerkezetüket. Ez a szerkezet azután többféle módon megvizsgálható, például komplexképző szerekl szemben tanúsított viselkedésük alapján. Leggyakrabban a molibdénsavas komplexképzés időreakcióját használják. A különböző kovasavak ugyanis a molibdénsavval sziliko-molibdát heteropolisavat képeznek, melynek sárga színe jól jellemzi a reakció előrehaladását. A sárga színű komplex kialakulása fotometriás úton jól követhető és a kinetikai adatokból a kovasav kondenzációs fokára lehet következtetni [3]; de más komplexek alkalmazásáról is hírt ad a szakirodalom [4].

A „molibdát-módszer” csaknem univerzálisan használható a szilikátok anionszerkezetének vizsgálatára — feltéve, hogy a kiindulási anyag egy-egy anionszerkezetű; ha azonban két vagy többféle szilikát-anion van jelen a kiindulási anyagban, akkor a molibdát-módszer csak átlagértékeket ad. Hozzá kell tenni továbbá, hogy ezzel a módszerrel a spontán kondenzáció veszélye csak csökkenthető, de a felszabadított kovasavak még optimális pH és jeges oldószer esetén is kondenzálódni fognak (csak kisebb sebességgel), mert a jelenlevő reakcióképes végesoportok (H^+ és OH^-) vízvesztéses kondenzációja teljesen el nem kerülhető.

Ha azonban a reakcióképes csoportokat valamilyen módon reakcióképtelen csoportokra cseréljük ki (természetesen úgy, hogy az eredeti kovasav-szerkezet megőrződjék), akkor mód van a nem kívánt kondenzáció teljes kiküszöbölésére is. Elsőnek Lentz [5] majd később mások is [6, 7, 8] alkalmazták azt a módszert, melynek lényege: a reakcióképes végesoportokat trimetil-szilil (Me_3Si-) csoportokra cseréljük ki. A trimetil-szililezéssel blokkolt szilikátok hónapokig vagy még tovább is bomlás nélkül tárolhatók. További előnye a kovasavak trimetilszilil észtereinek, hogy a szokásos kémiai szerkezetvizsgáló módszerekkel (pl. infravörös spektrográfia, protonrezonancia) tanulmányozhatók, sőt illékonyáguk révén gázkromatográfiás úton szét is választhatók; a szétválasztott termék közvetlen molekulásúly-meghatározása is megoldható (pl. tömegspektrometriával) és ezáltal az átlagos molekulásúlyt kialakító tényezők külön-külön vizsgálhatók.

A nem-szililezett kovasavak szétválasztása ugyan nem könnyű feladat (a bomlékonyság miatt), de pl. papírkromatográfiával megoldható [9] ezzel lehetővé válik a molibdát-módszerrel kapott átlagos kondenzációs fokot szolgáltatató tényezők meghatározása.

Kísérleti rész

Mintakészítés

A vizsgálatokhoz kiegészítő anyag nélküli váci portlandcementet használtunk. A cementből 0,35 víz/cement tényezővel széndioxid-mentes körülmények közt (manipulátorkamrában) pépeket készítettünk, ezeket vákuumban légbuborékmentesítettük kb. 15—20 percen keresztül, majd ugyancsak vákuummal 10 mm átmérőjű műanyagcsőbe szívtattuk a mintát. Ezután a műanyagcsövet gondosan bedugaszoltuk (a karbonizáció és vízvesztés megakadályozása céljából) és a mintákat az előírt ideig (2—180 nap) szobahőmérsékleten tároltuk.

A reakcióképesség mérése

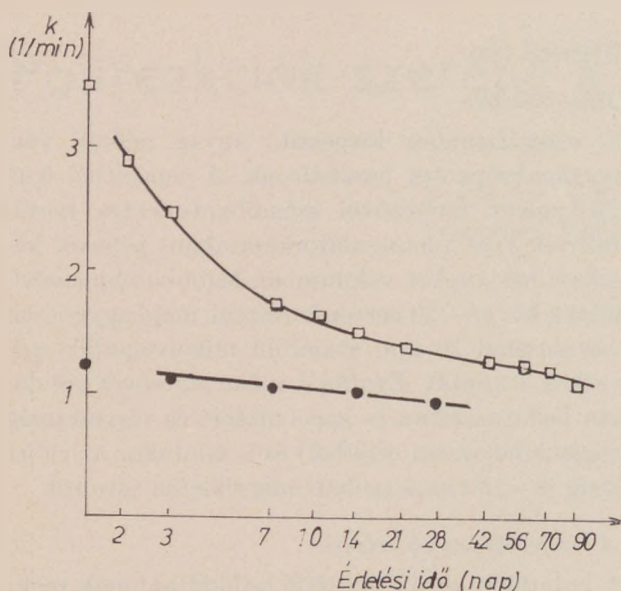
A hidratáció során képződő szilikát-anionok reakcióképességét a sziliko-molibdát heteropolisav kialakulásának reakciósebességi állandójával jellemeztük. Ennek meghatározására módosított molibdát-módszert használtunk. A módszer részletes leírását már korábban közzétettük [10].

Trimetil-szililezés és a trimetil-szililezett termékek további vizsgálata

A trimetil-szililezést nem az eredeti Lentz-féle módszer [5], hanem a gyorsabb közvetlen módszer [6] előírásai szerint végeztük. A trimetil-szililezett termékeket infravörös spektrográfiával vizsgáltuk (Carl Zeiss/Jena gyártmányú UR-10 készülékkel), de a metilcsoportok helyzetének vizsgálata céljából néhány NMR mérést is végrehajtottunk. Ebből a célból a trimetil-szililezett termékeket protonmentes oldószerben (szén-tetraklorid) oldottuk; az ilyen módon készült 5%-os oldatot Varian-60 típusú NMR spektrométerrel vizsgáltuk.

Az eredmények és azok értékelése

A reakcióképesség-mérési eredmények összefoglalása az 1. ábrán látható: ezen a sziliko-molibdát heteropolisav kialakulásának reakciósebességi állandóját k tüntettük fel a vizsgált minta korának függvényében. Látható, hogy a hidratálatlan cement sebességi állandója nagy (3,5/min); ez monomer ortoszilikát szerkezetre utal, mert a standard ortoszilikát k értéke is közel áll ehhez (3,54/min). A hidratálási idő függvényében azonban a k kezdetben gyorsan, később lassúbb ütemben csökken: a k értéke 90 nap után már csak 1,04/perc, ez közel áll a tiszta dimer k értékéhez (0,86/perc). Hasonló vizsgálatokkal azt is igazoltuk, hogy a tiszta szilikátos klinkerásványok (trikalcium-szilikát és β -dikalcium-szilikát) reakcióképessége is ilyen változást mutat, csak a k értékének csökkenése ezeknél nem ilyen gyors: a csökkenés üteme a trikalcium-



1. ábra. A reakciósebességi állandó (k) értékének változása a cement hidratációs idejének függvényében (□ = cement; ● = újraőrölt és újr hidratált cement)

szilikát esetében közepes, a β -dikalcium-szilikát esetében igen lassú, de a reakciósebességi állandó és a tárolási idő közötti összefüggés trendje azonos. Részleteket lásd korábbi publikációinkban [10].)

A szilikátanionok reakcióképességének csökkenését a „hidállású” oxigén-ionok okozzák; következésképpen a cement szilikátos ásványainak hidratációja a következő alapvető egyenlet szerint folyik:



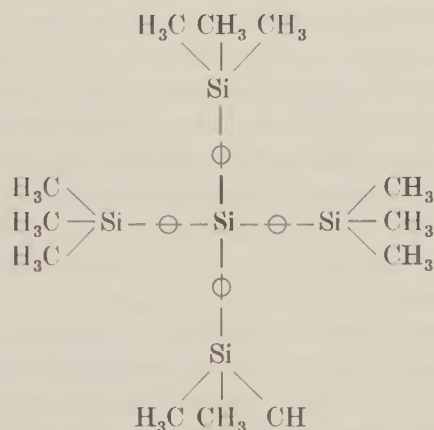
ahol O^- olyan oxigén-iont jelent, melynek egyik vegyértékét Si, másikat pedig valamely kation (cement esetében a Ca) köti le; O^{2-} olyan oxigén-iont, ahol mindkét vegyértéket kation és O^0 pedig olyan oxigén-iont, ahol mindkét vegyértéket Si semlegesít. Ez utóbbit, tehát a Si-ionok közé koordinált O-iont nevezzük „hidállásúnak”, mert ez két szomszédos SiO_4 -tetraéder közt mintegy hidat alkot (ezeket a szerkezeti képletekben áthúzott O-val, \ominus jelöltük).

Röntgendiffrakciós kristályszerkezeti vizsgálatokkal igazolható, hogy a portlandcement mindkét szilikátos ásványa: a trikálcium-szilikát és a β -dikalcium-szilikát egyaránt monomer, azaz O^0 -iont nem tartalmaz a szerkezet. Ezt igazolja az 1. ábrán látható 3,5/perc értékű reakciósebességi állandó is. A cementet alkotó szilikátok hidratációja során azonban O^0 ionokból álló hidak képződnek, azaz diszproporcionálódásos polireakció lép fel. A 90 napos minta k értéke arra engedne következtetni, hogy a kiindulás monomer csaknem teljesen dimerré alakult. Ez a fenti reakció fényében úgy is leírható, hogy az eredeti szerkezetben jelenlévő O^- ionok egynolcada O^0 ionná alakult; az elektro-

ztatikus semlegesség pedig úgy marad meg, hogy az eredeti szerkezet O^- ionjai közül másik egy-nolcad O^{2-} ionná alakul: CaO, illetve helyesebben $Ca(OH)_2$ keletkezik. Mivel azonban a molibdát-módszer csak az átlagos polimerizációs fokra ad felvilágosítást, a fenti állítás helyesebben úgy fogalmazandó, hogy a hidratált cementben különböző polimerizációs fokú szilikát-anionok vannak jelen egyidejűleg, nagyobb mennyiségű hidratátatlan, tehát még monomer állapotú szilikát-anion mellett olyan módon, hogy az átlagos polimerizációs fok a dimernek felel meg. Ezt közvetve a hidratált cementek röntgendiffrakciós vizsgálata is igazolja: a 90 napos mintában ugyanis a hidratátatlan klinkerásványok reflexió-intenzitása a kiindulásihoz képest alig csökkent.

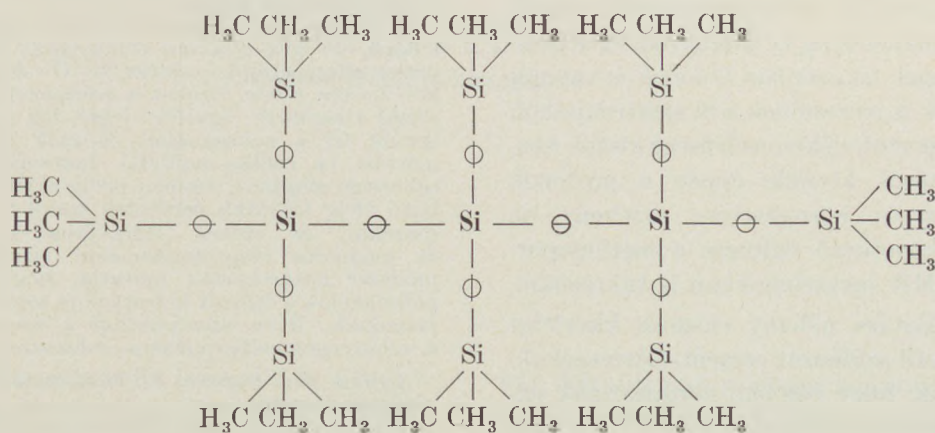
Az, hogy a 90 napos mintában még sok a monomer, azaz hidratátatlan szilikát, közvetett úton is bizonyítható: a 10 hétig hidratált cementmintát (k értéke ezalatt 1,22-re csökkent) ismét cementfinomságra őröltük, majd vízzel keverve a szokásos módon érleltük. Ez a minta ismét megszilárdult, a k értékének további csökkenése közben és végül összesen 14 hét hidratáció után a k értéke 0,87, azaz a tiszta diszilikáttal azonos. És még ez az újraőrölt-újr hidratált cement is tartalmazott vízmentes monomert (főleg β -dikalcium-szilikátot), mutatva azt, hogy a szerkezetben nemcsak dimer, hanem ennél hosszabb láncú szilikát is jelen kell legyen. Mivel azonban a cement hidratációja során az anionok polimerizációs foka nem éri el a műanyagoknál szokásos nagy értéket, helyesebb a folyamatot „oligomerizáció”-nak nevezni [10].

A szilikát-anionok hidratáció során történő oligomerizációját a trimetil-szililezett termékek infravörös vizsgálata is megerősíti. A fent leírt elmélet értelmében a hidratátatlan cementből származó szilikátanion trimetil-szililezett származékának szerkezete az alábbi:



Ebben a származékban 5 Si atomot találunk; közülük egy (vastagítással jelölve) az eredeti szer-

kezetből származik (ez valamennyi vegyértékével O-hoz csatlakozik), míg a többi négy a trimetil-szililezés eredménye (ezek egy vegyértékkel O-hoz, hárommal C-hez csatlakoznak). A Si—O kötések száma a szerkezetben 4, a Si—C kötéseké 12; egy-



már 11 Si atomot találunk (közülük három az eredeti szerkezetből ered, nyole pedig a trimetil-szililezésből — az eredeti szerkezet maradványát itt is vastagítással jelöltük), a Si—O kötések száma 10, a Si—C kötéseké 24. Egységnyi szilíciumra számítva tehát 0,909 Si—O és 2,182 Si—C kötés van jelen. További polimerizáció esetében a Si—O kötések száma tovább növekszik, a Si—C kötéseké csökken, ha nem a kötések abszolút számát, hanem egységnyi Si-atomra vonatkoztatott mennyiségét tekintjük.

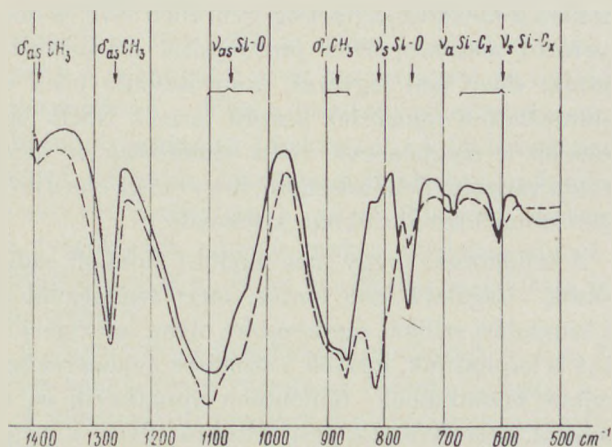
A különböző ideig hidratált cementek trimetil-szililezett származékainak infravörös színképvizsgálata is igazolja az elmondottakat. A spektrumok minőségi szempontból mind hasonlóak: C—H, Si—C és Si—O sávokat mutatnak. E színképi jellegzetességek kényelmesen tanulmányozhatók, nincs szükség bonyolult anyagelőkészítési módszerre (pl. KBr pasztillába való préselés) és nem zavarnak a nemszilikátos ásványok sávjai sem: a kovasavak trimetil-szilil észterei ugyanis oldószer nélkül egyszerűen a spektrográf kősolemezére csep-penthetők. A trimetil-szilil származék továbbá az eredeti szilikátszerkezetnek csak alapvető lényegét, mintegy kvintesszenciáját tükrözi, a többi jelenlevő anyag zavaró hatása nélkül.

A metilcsoportok C—H sávjai számunkra nem érdekesek; ezek a spektrum közeli infravörös oldalán, a 3000—1400 cm^{-1} régióban találhatóak és valamennyi mintában nagyon hasonlóak. A Si—C és Si—O sávok azonban jellegzetes intenzitásváltozásokat mutatnak, pontosan ugyanúgy, mint ahogy azt a fent leírt elmélet megszabja. A 2. ábra a két szélső minta infravörös színképét mutatja; a folytonos vonal a hidratálatlan, a szaggatott

ségnyi szilíciumra vonatkoztatva tehát a kötések száma 0,8, illetve 2,4.

Oligomerizáció hatására hosszabb láncú szilikátok képződnek; a lineáris trimer trimetil-szilil származékának szerkezetében

pedig a 180 napig hidratált minta trimetil-szilil származékának spektruma. Az ábra tetején feltüntettük az egyes sávok azonosító jelzéseit (rövidítések: as = aszimmetrikus, s = szimmetrikus, δ = deformációs, ν = vegyértékrezgés, r = a metilcsoport „sepregető” deformációs rezgése).



2. ábra. Hidratálatlan (————) és 180 napig hidratált (-----) cement trimetil-szilil származékának infravörös spektruma

Az elmélettel összhangban jól megfigyelhető, hogy a Si—C sávok intenzitása a hidratációs idővel csökken, a Si—O kötések ugyanakkor intenzívebbé válnak. Ez különösen jól látható a 760—600 cm^{-1} területen (Si—C vegyértékrezgések) és különösen a szimmetrikus Si—O vegyértékrezgés esetében 810 cm^{-1} -nél. Az is megfigyelhető, hogy a Si—O sávok az infravörös abszorpció szempontjából nem mind egyenértékűek: így pl. az 1000—1120 cm^{-1} sáv a megszilárdult cementből készült trimetil-szilil termék infravörös diagramján felhasadt, új, az eddigetől kissé eltérő környezetű

Si—O kötés létrejötte következtében. Itt valószínűleg térbeli elhelyezkedés szempontjából korlátozott Si—O rezgésekről van szó.

A trimetilszililezett szilikátok magmágneses rezonanciája (NMR) is értékes felvilágosításokat adhat a kiindulási szilikát anionszerkezetére vonatkozólag. A Si ugyanis a C atom felé elektron-donorként szerepel; ha azonban O-ionok is vannak jelen, akkor ezek is részesülnek a Si elektronjaiból, tehát a metilcsoportok elektronsűrűsége kisebb lesz. Az NMR szokásos kivitele éppen a protonok elhelyezkedésére és környezetére érzékeny, az O-ionokban bekövetkező változás a metilcsoportok révén az NMR spektrumokban is tükröződik.

Ennek vizsgálatára néhány előzetes kísérletet végeztünk trimetil-szililezett cement-származékokkal. Azt találtuk, hogy valóban mutatkoznak jellegzetes különbségek, elsősorban a $\delta = 0 - 0,4$ ppm környéken. Rendszerint két vagy több csúcs jelentkezik, melyek közül az egyik határozottan a láncvégi metilcsoport protonjaitól származik; ez erős a hidratálatlan cementből készült trimetilszilil származék NMR felvételén, míg az idősebb minták esetében e csúcs intenzitása csökken; ezekben azonban más csúcsok erősödnek, melyek feltehetően a láncközépi (esetleg gyűrűben levő Si-hoz tartozó) metilcsoportok protonjaitól származtatottak. (Meg kell jegyezni, hogy hasonló jelek a hidratálatlan cementből készült termék NMR felvételén is megjelennek, noha elméletileg ez nem volna várható. Feltételezhető, hogy ennek oka a szililezési mellékreakciókban keresendő.)

A szililezéssel (vagy más módon) blokkolt szilikátok vizsgálata igen fontos, mert segítségükkel a kiindulási szilikát szerkezetére olyan információkat is kaphatunk, melyek a szokásos módszerekkel rejtve maradnának. Különösen vonatkozik ez a rosszul kristályosodott szilikátokra (ilyen a megszilárdult portlandcement is), vagy az amorf szilikátokra, melyek kevert anionszerkezetűek, és ezért a szokásos röntgendiffrakciós módszerrel vizsgálva nem adnak éles csúcsokat.

A Szilikátkémiai Kutatócsoport 8. sz. közleménye

IRODALOM

- [1] Dárr, G. M.—Ludwig, U. (1974): *Építőanyag* 26 254—263.
- [2] Tamás F. (1973): *Hung. J. Ind. Chem. Veszprém* 1 443—447.
- [3] Thilo, E.—Wieker, W.—Stade, H. (1965): *Z. anorg. allg. Chem.* 340 261—276.
- [4] Funk, H. (1968): *Proc. 5th Symp. on the Chemistry of Cements Tokyo*, 2. kötet 128.
- [5] Lentz, C. W. (1964): *Inorg. Chem.* 3 574—579.
- [6] Götz, J.—Masson, C. R. (1971): *J. Chem. Soc. (A)* p. 686—688.
- [7] Wu, F. F.—Götz, J.—Jamieson, W. D.—Masson, C. R. (1970): *J. Chromatography* 48 515—520.

- [8] Currel, B. R.—Midgley, H. G.—Seaborne, M. A. (1972): *J. Chem. Soc. Dalton-Volume* 490—492.
- [9] Wieker, W.—Hoebbel, D. (1969): *Z. anorg. allg. Chem.* 366 139—151.
- [10] Tamás F.—Fábry M. (1973): *Építőanyag* 25 212—216.

Tamás, Ferenc—Várady, Tibor: Polireakciók szerepe a cementhidratációban

A szilikátos klinkerásványok hidratációja során fellépő, de igen gyakran elhanyagolt folyamat a szeretlen oligomerek képződése Si—O—Si-(siloxán)-hidak keletkezése révén. Ezeket a polireakciókat kétféle eljárással vizsgáltuk: egyrészt jeles, híg sósavval szabadítottuk fel a kovasavakat és ezek reakcióképességét mértük (a sziliko-molibdát heteropolisav képződési sebessége alapján), részben pedig előállítottuk a különböző ideig hidratált cementek stabil trimetilszilil származékait és ezeket infravörös spektroszkópiával és mágneses magrezonanciával vizsgáltuk. Mindkét módszer határozottan mutatja, hogy a feltételezett polireakciók a cement hidratációja során fontos szerepet játszanak. Ilyen szempontból a cement szilárdulása a műanyagok szilárdulására emlékeztet.

Тамаш, Ф.—Варады, Т.: Роль полиреакций при гидратации цемента

Одним из процессов, имеющим место при гидратации цемента, является часто неучитываемое образование неорганических олигомеров за счет возникновения мостиков Si—O—Si (силоксан). Эти полиреакции были нами изучены двумя методами: в одном случае кремневые соли освобождались с помощью ледяной, разбавленной соляной кислоты после чего измерялась их реакционная способность (на основе скорости образования гетерополикислоты молибдата кремния), в другом случае были получены стабильные триметил-силиловые производные цементов, гидратированных в течение различного времени, которые затем исследовались с помощью инфракрасной спектроскопии и магнитного ядерного резонанса. Оба метода однозначно показывают, что предполагаемые полиреакции имеют важную роль при гидратации цемента. С этой точки зрения твердение цемента напоминает твердение пластмасс.

Tamás, Ferenc—Várady, Tibor: Die Rolle der Polyreaktionen in der Zementhydratation

Ein, im Laufe der Hydratation der silikathaltigen Klinkerminerale auftretender, jedoch oft vernachlässigter Vorgang ist die Bildung von Oligomeren, durch die Entstehung von Si—O—Si (Siloxan)-Brücken. Diese Polyreaktionen wurden mittels zweierlei Verfahren untersucht: teils wurden die verschiedenen Kieselsäuren mit eisiger, verdünnter Salzsäure freigesetzt und deren Reaktionsfähigkeiten (aufgrund der Entstehungsgeschwindigkeit der Siliko-Molybdat Heteropolysäure) gemessen, teils die stabilen Trimethyl-Silyl-Derivate der verschiedenen Zeitdauer hindurch hydratierten Zemente erstellt und diese mit Infrarotspektroskopie und magnetischer Kernresonanz untersucht. Durch beide Verfahren konnte entschieden ausgewiesen werden, daß die vorausgesetzten Polyreaktionen im Laufe der Hydratation des Zementes eine wichtige Rolle spielen. In dieser Hinsicht erinnert die Erhärtung des Zementes an die der Kunststoffe.

Tamás, Ferenc—Várady, Tibor: The Role of Poly-Reactions in the Hydration of Cements

A very important process, often disregarded in studies dealing with the hydration of the silicate-bearing clinker minerals is the formation of inorganic oligomers by Si—O—Si (siloxane) bonds. In our studies these poly-reactions were followed by two ways: by liberating the silicic acids of cements hardened for different ages with ice-cold, diluted hydrochloric acid and measuring their reactivities against molybdic acid; or by producing the stable trimethyl silyl derivatives of the cements and examining them by infrared spectrography and NMR. Both methods definitely show that poly-reactions play an important role in the hydration of Portland cement. From this respect the hardening of cement resembles to the hardening of plastics.

A dűzninélküli táblaüveggyártás néhány sajátossága

LEONYID PETROVIC S KREPAK

Orosházi Húzotttáblaüveg-gyár

A húzott táblaüveg termelés hosszú ideig a függőleges üveghúzás dűznis változatán alapult — konstrukciójában, a kemence és gépek kiszolgálásában ez a technológia legegyszerűbb. A dűzninélküli — függőleges húzás — módszere a Fourcault és Colbern üveghúzási módszerek továbbfejlődésének eredménye. Egyesíti magában a szabad üvegfelületről történő húzás (Colbern-módszer) és a függőleges húzás elvét (Fourcault-módszer), ugyanakkor nem használja a Fourcault-féle dűzniket, vagy a Colbern hajlító hengert, amelyek rontják az üvegtábla felületének minőségét.

A dűzninélküli módszer jellemzője a szabad felületről történő üvegszalag kialakítása. Ennek következtében a táblaüveg felületének minősége, a Fourcault-módszerrel összehasonlítva lényegesen javul. Kevesebb optikai torzítás van benne, és ezért szélesebb körben használható fel csiszolt üveg helyett kirakatok üvegezésére, üvegesempe és tükör gyártására stb. A dűzninélküli módszernek egy sor más előnye is van: nagyobb a termelékenysége, mint a dűznis rendszernek; a gépek hosszabb ideig dolgoznak anélkül, hogy felújításra meg kellene állítani; szélesebb üvegszalagot lehet húzni stb.

A dűzninélküli módszert az utóbbi években lényegesen tökéletesítették, ami lehetővé tette a minőség javítását és a gyártott szalag vastagságának csökkentését.

A kemencék, kidolgozó csatornák és húzókamrák szerkezeti sajátosságai

A dűzninélküli függőleges üveghúzási rendszer termelő egységének — kemence, húzógépek — szerkezete több irányban fejlődött (minden esetben nagy kapacitású üvegolvasztó kemencéket használnak, több mint 200 t napi üvegolvadék vétel-

el). Jelenleg egy rendszer kemencéből és négy, a nyolc húzógéppel ellátott gépcsatornából áll. A gépeken az üvegszalag szélessége 300—370 cm. A négy gépcsatornában hat gép a kemence hossz tengelyének meghosszabbításában, annak két oldalán helyezkedik el, a másik kettő pedig az előzőekre merőlegesen, a kád két oldalfalánál. Az üvegolvasztó kemencétől való kisebb távolságukat a gépcsatorna hosszabb volta kompenzálja.

A gyakorlat azt mutatta, hogy műszakilag a keskenyebb — 200—250 cm széles — gépeken könnyebb a vékonyabb üveg húzása, ezért az utóbbi időben a több — főleg a 8 keskeny gépes rendszeren történő üveghúzásra törekszenek. A több keskeny géppel felszerelt kemence működtetése műszaki szempontból előnyösebb, mivel ebben az esetben az üvegolvadék minden géphez egyforma hőmérséklettel juthat el, és az üvegszalag kialakítása is könnyebb.

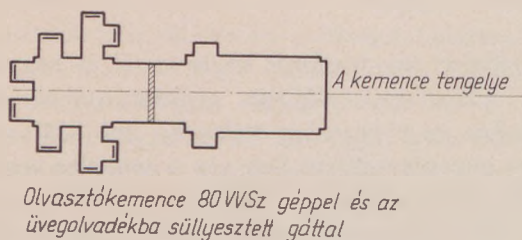
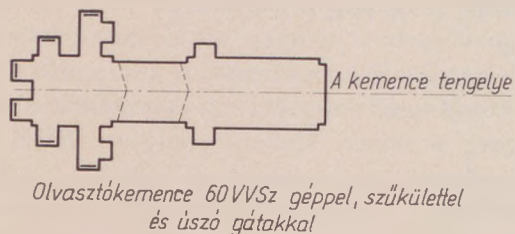
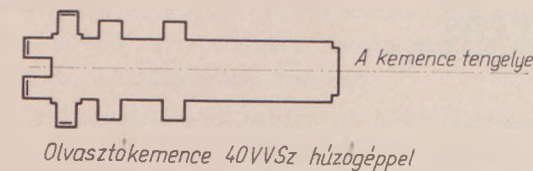
A dűzninélküli üveghúzási rendszerek 4, 6 és 8 gépes kemencéinek vázlata az *1. ábrán* látható.

A dűzninélküli rendszer kemencéjének olvasztó része ugyanolyan szerkezetű, mint a dűznis módszer kemencéinek olvasztótére.

A kemence pihentető terének sajátossága a gépcsatornák rövidege és elhelyezésük, amely elhelyezés mellett minden gép közvetlenül kapja az üvegolvadékot a közös pihentető térből. A húzókamrák úgy vannak elhelyezve, hogy egyforma hőmérsékletű üveg jut beléjük.

A kád méreteit — szélességét, hosszát és mélységét — elsősorban a húzógépek számától, szélességétől és kapacitásától függően állapítják meg. A kád mélysége rendszerint 1200—1500 mm. Ugyanilyen mélységűek a kidolgozó csatornák és a húzókamrák is.

A kidolgozóterei üvegolvadék áramlat sebességének és irányának minél kisebb változása érdekében

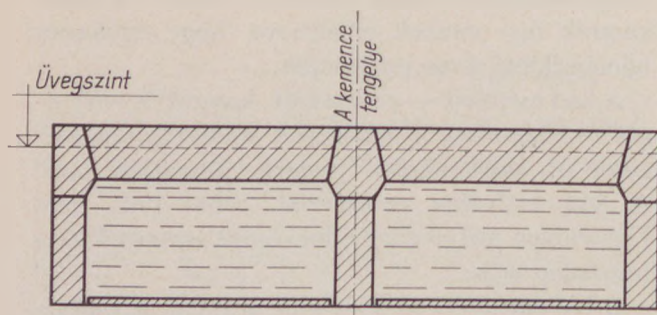


1. ábra. Dűzsinélküli üveghúzó rendszer 4, 6 és 8 gépes olvasztókemencéi

(hogy ne romoljon az üveg homogenitása), a kemencéket az olvasztó és pihentető tér között vagy nem látják el szűkülettel, vagy minimális szűkítést alkalmaznak.

A kemencék olvasztó- és tisztuló téri gázközegét — hogy a kemence szélességében is a hőmérséklet egyenletes legyen — függönyökkel választják el, amelyeket egészen az üveglvadékgig eresztenek le. Ezek a függönyök laposak vagy minimálisan emelkednek közepén.

Egyes kemencékben az üvegáramlatok sebességének kiegyenlítésére, valamint az üveg termikus és kémiai homogenitásának növelésére, az olvadt üvegbe merülő gátakat építenek (2. ábra). Az üvegnek ellenálló, tüzállóanyagból készült gátak beépítése lehetővé teszi az éles habhatár betartását, a kemence üveglvadék hőjének stabilizálását, és ez-



2. ábra. Üveglvadékba süllyesztett bakor 41-ből készült gát

zel a gépeknél homogén, jó minőségű üveglvadék kivételét.

A dűzsinélküli rendszer kemencéinél jellemző egy vagy két pár tisztítózszeb alkalmazása. Ezekben a zsebekben összegyűlik a szennyeződés, a keverék olvadatlan részei és ezeket rendszeresen eltávolítják. Azonban a zsebek legfőbb jelentősége, hogy megfogják a kád oldalfalai mentén áramló üveglvadékat és visszafordítják azt a kemence olvasztórésze felé, fenékáramlatok formájában. A tisztítózszebek hatása megnő, ha a kemencébe merülő gátat is alkalmaznak. A gát az üveglvadékat a zsebek felé irányítja, ezzel növeli azok hatékonyságát.

A kád pihentető része (amelyben a kidolgozó csatornák elágazásai is találhatóak) szerkezetileg olyan, hogy mindamelllett, hogy biztosítja az összes húzókamrák és a kemence olvasztórészének egyenlő távolságát, a húzókamrákat ellátja egyenletesen termikusan és kémiaileg homogén üveglvadékkal. A pihentető térben található üveglvadék nagy tömege és a boltozat hőszigetelése lehetővé teszi a meleg akkumulálását, ami azért fontos, hogy a kidolgozás helyén az üveg termikus homogenitása magas fokú legyen.

Technológiailag a kemence egyik legérzékenyebb és legjelentősebb része a húzókamra szerkezete, mivel ott történik a szalag húzása a szabad üveglfelületről.

A húzókamrát a 350—450 mm-re bemeztett fodrosodás elleni híd és a homlokzati fal határolja. A fodrosodás elleni híd akadályt alkot a kád és a húzókamra közötti üvegáramlatban. Alsó részével a híd az olvadékba merül, ezzel a gépek felé tartó felső üvegáramlatot lebuktatja. A híd fő feladata, hogy megakadályozza a felsőbb, rendszerint szennyezettebb és termikusan inhomogénebb üvegréteg közvetlen áramlását a hagymához. Az üveglvadék lebukik a híd előtt, és utána felemelkedik, eközben egy része körpályán mozog, és intenzíven keveredik.

A fodrosodás elleni híd felső része a húzókamrát választja el az olvasztó kemence gázterétől, megszüntetve a kemence hő- és nyomásingadozásainak hatását a húzókamra rezsimjére. A fodrosodás elleni híd formája, süllyesztésének mértéke és az üvegszalagtól való távolsága hatással van a kidolgozásra kerülő üveglvadék hőmérsékletére. Ha a fodrosodás elleni híd 340—450 mm között merül az üvegbe, lehetővé teszi az úszó két oldalról a hagyma felé mozgó üveg hőmérsékletének kiegyenlítését. A híd merülési mélységének egyéb hatása jelentéktelen a húzókamra többi szerkezeti elemé-

nek hatásához képest, különösen akkor, ha a híd az üvegszalagtól több mint 1500 mm távolságra helyezkedik el.

A húzókamrát az üvegtükör fölött felfüggesztett, két L-blokk alkotja. Az L-blokkok mozgathatók, részben, hogy a húzókamra szélessége szabályozható legyen, részben, hogy meg lehessen változtatni az L-blokkon alsó, sima része és az üvegolvadék felszíne közötti távolságot.

A kemence-, illetve a húzócsatorna vége felől a szalaghoz érkező üvegolvadék hőmérsékletének kiegyenlítésére a homlokzat felőli L-blokk, 25—40 mm-rel lejjebb — közelebb — helyezkedik el az üveghez és körülbelül ugyanennyivel közelebb a gép tengelyéhez is. Az L-bloknak ilyen asszimmetrikus elhelyezésével a homlokzat felől érkező üvegolvadék kisebb utat tesz meg nyílt felületen és ezért kevésbé hűl le. Az L-blokkok helyzetének megváltoztatása (az üvegszalaghoz és az üvegszinthez képest) döntő hatással lehet az üvegszalag húzási sebességére.

Az üvegszalag kialakítása 80—100 mm vastag üvegolvadék réteg felületéről történik. Ezt a réteget speciális, az üvegbe merülő „úszó” választja el az olvadéktól. Az úszó műszaki jelentősége abban van, hogy a vízhűtők hatását a merülő test fölött a hagyma felé folyó, aránylag vékony üvegrétegre összpontosítja. Az úszó alsó felületének szélessége, a merülés mélysége közvetlen hatással vannak az üvegszalag húzási sebességére. Minél vékonyabb az üvegréteg az úszó fölött, annál erősebben hűl le, amíg a hagyma felé mozog, és annál nagyobb a húzási sebesség. Optimálisnak az olyan úszók bizonyultak, melyeknél az alsó felület szélessége 450—550 mm, és amelyeknek felső éle, taraja van, — az üvegszalag vastagságának egyenletesebbé tételére — az úszó merülési mélysége pedig 80 mm.

A dűzninélküli módszernél a rendszer kapacitását nagymértékben a húzókamrai üveghűtés intenzitása határozza meg, ezért a húzókamra szerkezete a hagyma és a szalag megfelelő hűtésének biztosítására szolgál.

Az üvegszalag hűtésére esőhűtőket használnak, ezek úgy helyezkednek el a húzókamrában, hogy biztosítsák az üvegolvadék egyenletes hűtését.

A húzókamra elemeinek kölcsönös elhelyezkedésétől függenek az üvegszalag kialakításának feltételei — méghozzá a vékonyabb üveg húzásának feltételei bonyolultak — és célszerű azokat jól biztosítani, ezért nehéz a gépindulástól a gép felújításra való leállításáig csak egy üvegvastagságot húzni olyan húzókamrával, amely optimálisan az adott vastagsághoz van felszerelve, illetve beállítva.

Az üvegolvasztó kemencék és kidolgozó csatornák hőrendszere és a szabályozás módjai

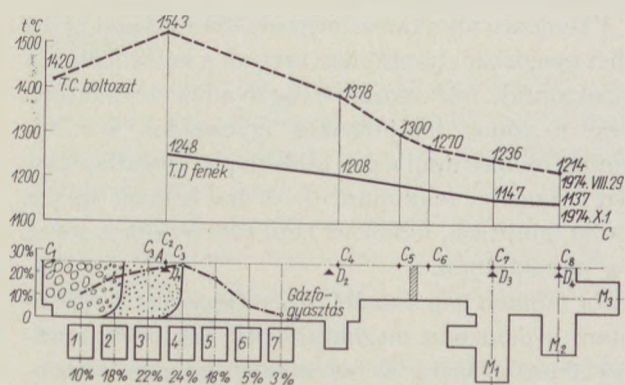
Az üvegolvasztás a dűzninélküli technológiánál is a szokásos követelményeknek megfelelően történik. A legnagyobb nehézséget az olyan megfelelő hőmérsékleti rendszer kiválasztása okozza (a kemence egész hosszában), amely biztosítja az üveg derítésének és feldolgozásának optimális hőmérsékletét. A hőrendszer feltételeit a kemence egy sor, jellemző pontjában mért üvegolvadék-hőmérsékletével adják meg. Fő feltétel a feldolgozásra kerülő üvegolvadék hőmérsékletének biztosítása a fodsodás elleni hidak előtt, és a húzókamra alján, valamint az olvasztókemence maximális hőmérséklete.

Az üveg olvasztását olyan hőrendszer mellett kell végezni, amely jóminőségű olvadást, derítést és homogenizációt tesz lehetővé, magas fajlagos termelékenységgel. A modern, földgáztüzelésű olvasztókemencékben az üvegolvasztás folyamatának intenzifikálására 1580—1600 °C maximális hőmérsékletet tartanak.

Merülő gát alkalmazása esetén az üvegolvadék hőmérsékletének esése a gátnál 35 °C körül van, ez lehetővé teszi az olvasztókemencében nagyobb mennyiségű tüzelőanyag elégetését, és így könnyen biztosítani lehet a kemence magas hőmérsékletét.

A két első égőpáron a tüzelőanyag-felhasználás — a kemence névleges kapacitása mellett — a kemence összfelhasználásának 30—35%-a, az olvasztási zóna összes égőin pedig — beszámítva a hőmaximumot is — 75—85%-a (3. ábra).

A gáz égőnkénti elosztásánál törekedni kell, hogy a láng és a keverék, illetve a keletkező üvegolvadék közötti intenzív hőcseréhez megfelelő körülményeket biztosítsunk. Ezeket a körülményeket biztosítani lehet, ha az olvasztási zóna legjobban leterhelt égőin a gáz 1,05—1,15 légfesleg együtthatóval ég, továbbá, ha az első négy égőpár lángja az üveg-



3. ábra. Hőgörbe és égőnkénti gázfogyasztás az Orosházi Üvegyár kemencéjén

tükörre irányul. A további — utolsó — 3 égőpár hőterhelése az összes hőszükséglet 20—25%-a. Ezen égők lángja oxidáló hatású (a légfelesleg együttható 1,15—1,35 között van), a láng az üveg felszíne fölé irányul. Itt az olvasztótérben biztosítani kell az üvegolvadék hűtésének megfelelő körülményeit, ahogy az üveg a kemence kidolgozó részei felé halad. Az utolsó égők túlságosan nagy hőterhelése hátrányos, mivel az az üvegolvadék felső rétegében a hőmérséklet növekedéséhez vezet és a hőmérsékletesés nagyobb lesz a kád mélységében. Ennek eredményeképpen az üvegolvadék felső rétegei gyorsan áramlanak a kemence kidolgozó részei felé, és az üvegnek kevés ideje van a homogenizálásra. Ez az üveghúzás stabilitását csökkenti, és növeli az oldalsó és középső gépek által húzott üvegek közötti minőségkülönbséget.

Mint már említettük, a technológia egyik lényeges követelménye a húzókamra üvegolvadékának megfelelő hőmérséklete a fodosodás elleni híd előtt és a húzókamra alján. Az aktív üvegáram középhőmérséklete a híd előtt 1160—1180 °C, ugyanakkor az üvegolvadék fenékhőmérséklete 1070—1090 °C kell legyen, azaz magasabb, mint a kristályosodás felső határa (1025 °C). A gyakorlat azt mutatta, hogy a közönséges optikai pirométerrel történő hőmérsékletmérés eredményei nem teljesen megbízhatóak, ezért a húzókamra hőrezsímjének beállítását és ellenőrzését a híd előtti és a fenékhőmérők adatai alapján végzik.

A szalag leszakadása esetén a gépcsatornában az üveg hőmérsékletét az első és második égőpár gázfogyasztásának csökkentésével kell állandó szinten tartani úgy, hogy 80 Nm³ gázt kell számítani egy tonna üvegolvadékra; szükség esetén, a hőmennyiség finom szabályozására megváltoztatják az utolsó égőpárnál is a gázfogyasztást. Egy gép leszakadása esetén megváltoznak a kemence pihentető részének áramlatai: ez a szomszédos gépeken az üvegszalag törésében és a kidolgozott üveg minőségének romlásában mutatkozik meg.

A kemence munkarezsímjének állandóságát azzal lehet megőrizni, ha stabilan tartjuk a kemencében a húzókamrák felé mozgó üvegolvadék áramlatait, ezért a szalag felújításakor igyekeznek a minimumra csökkenteni a gép állásidőjét. Megállapítást nyert, hogyha maximum 6—8 óra hosszát tart a szalag felújítása, akkor ez nem tükröződik a többi gép munkájában.

Ha minden gép üzemel, nagy figyelmet kell fordítani a pontosan meghatározott, beállított rendszer fenntartására a berendezés minden részén, különösen a kemence kidolgozó terében, a kidolgozó csatornában és a húzókamrában.

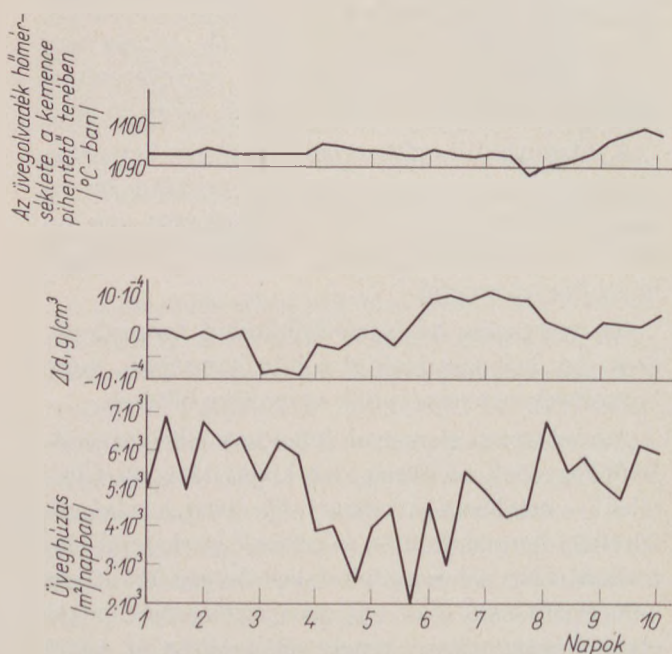
Követelmények a folyamat stabilitásához és az üveg homogenizálásához

Az üvegolvadék tulajdonságainak változásai (amelyeket a technológiai paraméterek ingadozásai okoznak), periodikus eltéréseket hozhatnak létre az üvegszalag kialakításának folyamatában. Ezért a homogenitás az üvegolvadék legfontosabb tulajdonsága, amely közvetlen hatást gyakorol a dűzni nélküli rendszer optimális termelési mutatóinak elérésére (4. ábra). Alapvetően két fő oka van a homogén üvegolvadék romlásának. Az egyik a kémiai összetétel homogenitásának romlása, a másik pedig az üvegáramlatok változása. A kémiai homogenitás romlását rendszerint a nyersanyagok vagy a keverék ingadozásai, vagy az üvegolvadék szennyeződése, a benne oldódó tűzálló anyagok okozzák.

Az üvegolvadék áramlatainak sebességére és irányára hatással van az üveg hőmérsékletének változása, az üvegszint változása, a keverék és cseréparány megváltozása, a keverék-összetétel ingadozása stb.

Ezen mutatók periodikus eltérései csökkentik az üveg homogenitását, ami először a vastagságtérések növekedésében mutatkozik meg; később elgörbül az üvegszalag, ridegség jelentkezik, amely különösen vágáskor hat. Határesetben az üvegszalag közvetlenül a gépszekrényben törik szét.

Ha a keverőüzem és a kemence rosszul működik (ekkor alacsony az üvegolvadék homogenitása), a húzott üveg nem sokkal lesz jobb a Fourcault-



4. ábra. Az üveg fajsúlyingadozásainak hatása a húzásra

technológiánál. Ezért az üveg minél jobb homogenizálására kell törekedni.

Ahhoz, hogy a dűzsinélküli rendszernél jóminőségű táblaüveget kapjunk, be kell tartani a technológiai folyamatok stabilitásának következő feltevéseit:

1. Az üveg fajsúly (sűrűség) ingadozása egy műszakon belül, különböző gépek között nem lehet több, mint $0,0002 \text{ g/cm}^2$, egy bizonyos időszak, például 10 napon belül pedig $0,0003 \text{ g/cm}^3$. Ilyen állandó üvegösszetétel — a keverő üzem jól beszabályozott munkája mellett — elérhető, ha a keverőbe előkészített, pontosan meghatározott kémiai- és szemcseösszetételű nyersanyagokat szállítanak.

2. A kemence olvasztórészében a hőmérséklet-ingadozás $\pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ határok közt kell legyen. E célból automatikus gázfogyasztás szabályozást alkalmaznak, hőmérsékleti korrekcióval; automatikus gázfogyasztás stabilizátort, korrekcióval a gáz hőmérsékletére és fűtőértékére; továbbá automatikus gáz-levegő arány stabilizátort.

3. Az üvegolvadék hőmérséklet-ingadozása a pihentetőterben nem lehet több $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ -nál. A kemence pihentető részében a megadott hőmérsékletet az utolsó égők gázfogyasztásának változtatásával biztosítják.

4. Az üvegszintet $\pm 0,2 \text{ mm}$ pontossággal kell tartani. Az üvegszintet elektromos kontakt szintmérő méri, amely villamos összeköttetésben van a keverékadagolókkal.

5. A kemence pihentető terében a nyomás $0,05 \text{ mm}$ vízoszlop nyomás pontossággal tartandó; a nyomást a kémény előtti tolattyúval automatikusan szabályozzák, a tolattyú a kemence pihentető részéből jövő nyomásimpulzusra kezd működni. A kemence olvasztó részében szigorúan pozitív térfogomás biztosítandó.

6. A keverék — a habhatár — adott térfogatú üvegolvadéknál állandó legyen. Az olvasztási zóna határának állandóságát biztosítja: a keverékadagolók helyes munkája, a keverék megadott összetételének betartása (nedvesség, a szóda és a szulfát, valamint a szulfát és a redukálószer aránya); és a keverék és hab zónájába belépő hőmennyiség.

A technológiai paraméterek ingadozásai az üveg-olvasztási folyamat periodikus felborulását okozhatják, és a kidolgozott üveg minőségének romlásához vezethetnek. A gyakorlatban a különböző eltérések nagyobb részt összegeződnek, aminek eredményeképpen a rendszerben lényeges eltérések keletkeznek; és miután a modern olvasztókemencék nagy mennyiségű üvegolvadékot tartalmaznak, a beállított egyensúlyi helyzettől való eltérések rendbehozása hosszú időt igényel.

A szabad felületről történő húzás folyamata és paraméterei

Az üvegolvadék hőtani előkészítése a húzáshoz, a húzókamrában megy végbe. Ahogy kilép az üveg az L-blokkok alól, rögtön intenzíven hűteni kezdik, és a hűtés az úszó mentén történő mozgás mértékében növekszik.

A húzókamrában hűtőberendezésként labirintus vízhűtők szolgálnak, amelyek téglalap keresztmetszetű csőből készülnek. A szükséges hűtőtáskák számáról, méreteiről, valamint elhelyezésükről sok, különböző vélemény alakult ki. Gyakorlatilag $250\text{—}320 \text{ mm}$ magas és $50\text{—}150 \text{ mm}$ széles alsó felületű főhűtőket használnak, póthűtőkkel kombinálva. A főhűtők és az üvegszalag közötti távolság legalább 150 mm legyen, hogy ne fokozódjon a szalag hullámossága. Az üvegfelület hullámosságának megakadályozása érdekében a hűtőknek az üvegszalag felé eső felülete teljesen egyenletes kell legyen, egyenletes hőálló festékkel bevonva. A hűtők hasznos hőelvonásának növelésére a hűtőtáska szalag felé eső felületét ajánlatos — fekete — az ellenkező oldalt pedig fehér hőelnyelő, ill. hővisszaverő tűzálló festékkel bevonni. A főhűtő fölött elhelyezkedő pót hűtőtáskák már nem képesek befolyásolni a szalag felületét, mert itt az üveg viszkozitása magas. Ezek a hűtőtáskák mindenekelőtt az üvegszalag felületének hőmérsékletét csökkentik, mielőtt még az üveg belépne a húzógép szekrénybe és mielőtt érintkezne az azbeszthengerekkel.

A hűtőtáskák hosszát úgy kell megválasztani, hogy ne hűtsék a szalag bortniját.

A hűtőtáskákon átfolyó víz nem tartalmazhat szennyeződések, és lágyítás után a keménysége maximum 2 német keménységi fok lehet. Tisztítatlan, ill. lágyítatlan víz használata a hűtőtáskákban vízkőlerakódáshoz vezet és csökkenti a hűtés intenzitását, minek következtében csökken a húzási sebesség és növekszik az üveg hullámossága. Állandó hőmérsékletű hűtővíz javítja a kidolgozás stabilitását.

Szabad felületről történő szalaghúzásnál nagy figyelmet kell fordítani a bortnik formálására. A bortniformáló görgők és a csészék együttes használata lehetővé teszi a húzási folyamat hajlékony irányítását. A görgők és csészék mellett a bortni hőmérsékletének finomabb szabályozásához, a csésze alatt — félgűrű alakú — égőket használnak az L-blokk kiszélesedésénél.

A bortnik feszítése és az egész szalag vastagságának maximálisan egyenletessé tétele érdekében a bortniformáló görgők olyan kerületi sebességgel

forognak, amely a szalag húzási sebességének átlagosan 30—40%-a, továbbá a görgők 80—120 mm magasan vannak elhelyezve az üvegtükör felett.

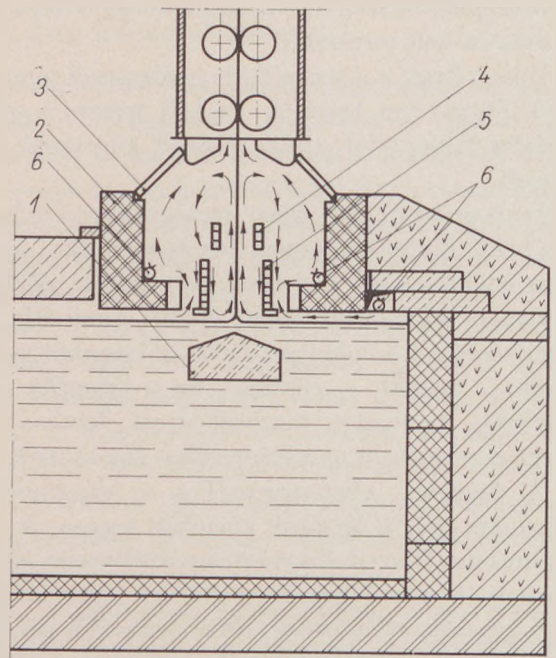
A termelés és szalaghúzás technológiai paramétereinek ellenőrzése

A dűzninélküli táblaüvegyártás technológiája a stabil rezsim fenntartásához tökéletes ellenőrző-, mérő- és szabályozó műszerek használatát követeli. Ezért az olvasztó és kidolgozó berendezéseket pontos műszerekkel látták el, a hőmérséklet, a gáz- és levegőfogyasztás, a huzat és más paraméterek méréséhez. Az üvegszintet a keverékadagolást, a tüzelésváltást, a kemence térfogatát, a gáz-levegő arányt és még néhány paramétert automatikusan szabályoznak.

A húzógépek jó üzemeltetése — optimális termelése — megköveteli a meghatározott hőrendszer pontos fenntartását a kemence minden részén, különösen a kidolgozó részben: a kidolgozó csatornában és a húzókamrában. Az üvegfelületen keletkezett „hagyma” nagyon érzékeny az üvegolvadék viszkozitásának legjelentéktelenebb változatára is, ezért az üvegolvadék pontosan meghatározott paramétereit (viszkozitás, hőmérséklet) ingadozásmentesen kell biztosítani. Feltétlenül szükséges, hogy a hagyma felé mozgó üvegolvadék hőmérséklete a húzókamra teljes szélességében egyenletes legyen, a helyi termikus inhomogenitások keletkezésének elkerülése érdekében.

Dűzninélküli üveghúzásnál az üvegszalag a súlyosított úszó két hosszoldaláról érkező két üvegrétegből keletkezik. Ha egyforma a hőmérsékletük, ezek összeolvadnak és észrevétlenek lesznek. Ha az úszó két oldaláról különböző hőmérsékletű — tehát különböző viszkozitású — üvegolvadék érkezik, akkor a szalagot alkotó két réteg észrevehető, az üveg vastagságában megkülönböztethető. A rétegek határoló síkjának megváltozott helyzete az üvegben arról tanúskodik, hogy felborult a formázás műszaki feltételeinek stabilitása. Ennek a határoló síknak a helyzetéből meg lehet ítélni a szalaghúzás folyamatában részt vevő két üvegréteg hőmérsékletének különbségét.

Dűzninélküli húzásnál a táblaüveg felületének minőségére nemcsak az üvegolvadék termofizikai homogenitása hat, hanem a hűtés körülményei is a formázás folyamata alatt. A felület minősége romlik, ha a hagyma felülete egyenetlenül hűl le a húzókamrába kívülről beáramló hideg levegő következtében, vagy a gáznak a húzókamra hűtőtáskái körül keletkező konvekciós áramlataitól. Ezért a hűtőtáskákat meghatározott távolságra (150—200



5. ábra. Légáramlatok mozgási sémája a húzókamrában
1. Úszó; 2. L-blokk; 3. Vállhűtő; 4. Póthűtő; 5. Pő hűtőtáska; 6. Gázégő

m-re) szerelik az üvegszalagtól. Ez lehetővé teszi a levegőáramlatok hatásának csökkentését a még plasztikus üvegszalag közvetlen közelében.

A légáramlatok mozgását a húzókamrában az 5. ábra szemlélteti.

A húzókamra berendezéseinek nagy figyelmet kell fordítani a kamra légáramlataira. A hideg légáramlatok káros hatásának elhárítására több ismert javaslat létezik, többek között stacionáris gázkonvekciók létrehozása a húzókamrákban, mely áramlatok iránya és intenzitása szabályozható. A táblaüvegyártás dűzninélküli technológiájánál a magasabb gépek alkalmazásának következtében a húzókamrában —0,2; —0,3 mm vízoszlop nyomás — huzat — van. Ha a húzókamrában kissé pozitív nyomás jön létre, akkor lehetővé teszi a hideg levegő beszívásának elkerülését. Az L-blokkokon és a hideg oldalon, az L-blokkok mögött csőégők elhelyezése lehetővé teszi a hűtőkről jövő, vagy a tömitetlen réseken a kamrába szivárgó hideg levegő hagymára gyakorolt hatásának csökkentését. Ez esetben a huzat mértéke a húzókamrában —0,3 mm vízoszlop nyomásról —0,15 mm-re esökken.

A függőleges üveghúzógépek munkájának stabilabbá tétele érdekében a húzókamrát és az 5. hengerpárig a gépszekrényt gázzáró masszával gondosan letapasztják. Gázzáró masszaként speciális tömitő és nem szétrepedő keveréket használnak. Meg kell jegyezni, hogy minél jobb a massa gázzáró képessége, annál nagyobb a huzat a húzókam-

rában és következképpen annál nagyobb a legkisebb nyílások káros hatása az üvegszalagra, ezért törekedni kell, hogy gyengén pozitív térnyomás legyen a húzókamrában. Pozitív eredmény van az üvegformálás során a szalagra adagolt kén-dioxid gáz (SO₂) használatának. Ettől megjavul a táblaüveg felületének minősége, növekszik a szilárdsága és kémiai ellenálló képessége.

Annak érdekében, hogy a kidolgozásra kerülő üveg tulajdonságaiban csak minimális eltérés keletkezessen, már a húzás folyamán gondoskodni kell a megfelelő folyamatos ellenőrzésről. Szükséges az üveg minőségének idejében történő ellenőrzése, összetételének, fajsúlyának, hullámosságának, feszültségének, rétegződésének stb. meghatározása. Az analízisek eredménye alapján azonnal intézkedni kell a táblaüveg kidolgozás folyamatának stabilizálására.

Amennyiben az összes gépen az üveg homogenitása romlik, az üveg rétegződik, hullámossága nő stb. a hiba oka lehet a kémiai összetétel, vagy az üvegáramlatok megváltozása a kemencében.

Az üvegolvadék rétegek határoló síkjának elhelyezéséből következtetni lehet a hőmérséklet eloszlására a húzott szalagban. A réteghatár mindig a középtől azon felület felé mozdul el, amelyhez melegebb üvegolvadék kerül. Ebből kiindulva kell beszabályozni az üveg hőmérsékletét, a húzás optimális feltételeihez.

Ellenőrizve a táblaüveg feszültségi fokát, meg lehet határozni a feszültségek keletkezésének okát és eloszlását a szalagban. Oka lehet a fő és pót hűtőtáskák hatásának asszimetriája, a bortni környéki részeken az üvegolvadék helytelen melegí-

tése, a gépszekrényben az üvegszalag egyenetlen melegítése vagy hűtése.

Az üvegszalag vastagságának eltérései kapcsolatban vannak a kemencéből érkező üvegolvadék termikus és kémiai inhomogenitásával. Gyakran hoz létre vastagsági eltérést a hűtőtáskák helytelen lemezelése vagy vízkőlerakódás a hűtőkben, mivel nem egyenletesen hűl a szalag és a hagyma. A húzott üveg minőségi mutatóinak idejében történő értékelése, azok állandó ellenőrzése és ezek alapján a paraméterek betartatása, lehetővé teszi a DVVSz gépek munkájának eredményes működtetését.

Az elmondottakat összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a düzsinélküli technológiával történő táblaüveggyártásra meghatározott műszaki-gazdasági mutatók csak akkor érhetőek el, ill. teljesíthetőek túl, ha gondoskodunk mindazon követelmények biztosításáról, ill. maradéktalan betartásáról, amelyek nyersanyagokra, keverékre, fűtőanyagra, az olvasztási folyamat automatizálására, továbbá a műszaki személyzet kvalifikációs szintjére és a termelő egységek folyamatos karbantartására vonatkoznak. A műszaki paraméterek, a technológiai fegyelem pontos betartása lehetővé teszi a technológia gyors elsajátítását, és biztosítja az ilyen módon húzott táblaüveg előnyeit.

Крепак, Л. П.: Некоторые особенности производства листового стекла без дюзни

Крепак, Л. П.: Einige Sonderheiten der düsenlosen Tafelglasherstellung

Крепак, Л. П.: Some Characteristics of the No-Dubiteuse Sheet Glass Manufacture

Egyesületi élet

Hosszabb hallgatás után *Filmbizottságunk* ismét életjelt adott magáról: január 30-án bemutatta Dr. Papp László (Természettudományi Múzeum) „Gyűjtőúton Afganisztánban” című, színes diavetítéssel kísért előadását. Az előadó — munkahelye kiküldetésében — három hónapot töltött abban a nemcsak számunkra, világviszonylatban is egzotikus ország-

ban, ahol vagy százezer rovar hivatásszerű begyűjtésén felül megismerkedett az ország és népei történelmével, életviszonyaival, kultúrájával, amikről néhány száz pompás felvételt hozott haza. A mindezekről szóló, jól felépített, helyesen koncentrált és vagy száz diával megfelelően illusztrált, érdekes előadást sajnos csak kevesen látogatták.

Mattyasovszky Zs. Tamás, a Filmbizottság vezetője az előadáshoz fűzött nyitó- és zárószavában figyelemre méltó indokolást adott témaválasztásáról: a világ nagy és roppant sokrétű, és korántsem csupán műszaki, technikai és technológiai diszciplínákból áll; úgy véli, csemegével kínálja meg egyesületi tagtársait, amikor ilyen egzotikus, érdekes és szórakoztató témájú előadásokat szervez. Miért igénylik oly kevesen az ilyen finomságokat?

E. I.

A fajlagos tömörítési munka hatása a beton kockaszilárdságára

CSUTOR JÁNOS

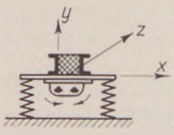
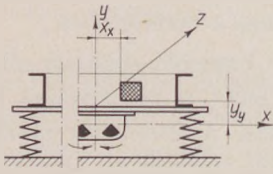
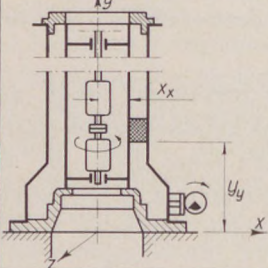
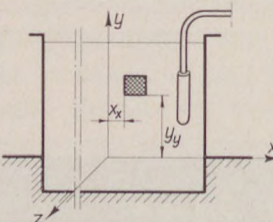
Émexport Fővállalkozó Vállalat, Budapest

1. Bevezetés

A beton bizonyos tulajdonságainak igazolásához nem lehet nélkülözni próbatesteken mért adatokat. Ennek az az oka, hogy a betonnól készítendő tárgy vagy nagyméretű, vagy tömegcikk. Nagyméretű betontárgyat tetszőleges koordinátákkal jellemzett helyén, tetszőleges időpontban, nem minden esetben lehet megvizsgálni. Tömegcikk esetében viszont a nagy darabszám is akadályozza a minden egyedre kiterjedő vizsgálatot. A vizsgálat akadályai a nagyméretű betontárgy és a tömegcikk között nincsen különbség. Ez a beton-technológiát szemempirikus tudománnyá teszi, amelyben a valóságot közelítő megállapításokat csak az elmélet és a gyakorlat kölcsönkapcsolatának ismeretében lehet tenni. Próbatesteket kell tehát készíteni, és az ezeken meghatározott mérőszámokat a valóságban is érvényesnek feltételezni.

A betontechnológia a próbatestek használatának kényszerében pl. az aerodinamikához, vagy a hidrodinamikához hasonlít. Ezekben a szintén szemempirikus tudományokban a „nagyobb” valóságot a „kisebb” mintákon mért számokkal igyekeznek egyrészt jellemezni, másrészt — ha időbeli folyamatról van szó — ezt szabályozni. A „nagyobb” valóságra azonban a „kisebb” minta alapján következtetéseket csak úgy lehet levonni, ha bizonyos azonossági kritériumokat rögzítünk. Ilyen célokat szolgál az aerodinamikában és a hidrodinamikában többek között pl. a Mach-, a Reynolds-szám, a hidraulikai sugár stb.

Ha most a betontechnológia helyzetét vizsgáljuk az előbbiektől tükrében, akkor az 1. ábra alapján a következőket mondhatjuk: Az 1a ábra szerinti laboratóriumi vibrátorasztalon próbatesteket készítünk úgy, hogy az egyszerre készítették száma $x \geq 3$, s így az egyes betontulajdonságok mérőszá-

A		<p>A bázis: laboratóriumi vibrátorasztalon készített próbatest [20x20x20-as kocka]</p>
B		<p>Nagyméretű vibrátorasztalon tömörített, azonos betonnól készülő nagyméretű tömegcikk</p>
C		<p>Azonos betonnól készített nagyméretű tömegcikk [betoncső] zsaluvibrátorokkal tömörítve</p>
D		<p>Rúd-vibrátorral tömörített azonos betonnól készülő nagyméretű monolitikus betontárgy</p>

1. ábra. A laboratóriumi vibrátorasztalon készített próbatest és tetszőleges betontárgy betonjának kapcsolata

mainak átlaga számítható legyen. Az egyszerűség kedvéért legyen a beton nyomószilárdsága a vizsgálendő tulajdonság. Ez egyrészt a legfontosabb anyagjellemző, másrészt a többi fontos anyagtulajdonság korrelatív módon hozzárendelhető.

Ha B_{28} az előírt betonszilárdság, K_{28} pedig a próbakocka szilárdsága, akkor a próbakockának

— egyrészt — azt kell bizonyítani, hogy a megtervezett összetételi arányszámoknak megfelelő betonkeverék teljesíti a

$$K_{28} \cong B_{28} \quad (1)$$

kritériumot. Ha ez a kritérium teljesül, akkor — másrészt — feltételezzük, hogy tetszőleges alakú és szerkezetű betontömegeikk (1b—1c ábra), illetve monolit betontárgy tetszőleges (x, y, z) koordinátákkal jelzett helyén fennáll, hogy

$$K_{28} \cong K_{28T} \quad (2)$$

ahol K_{28T} a tömegszilárdság. Valamennyi ma érvényes szabványelőírás és vizsgálati mód mérlegelése után arra a következtetésre kell jutnunk, hogy a próbatestek vizsgálata alapján (2)-t, — amely értelemszerűen (1)-et is magában foglalja — nem lehet logikai ellentmondások nélkül igazolni. Ez ma a betontechnológiában az elmélet és a gyakorlat egyik alapvető ellentmondása, amelyből továbbiak sarjadjanak. Ebben a tanulmányban néhány elvet és ezekre épülő néhány kísérleti eredményt mutatunk be, amelyekkel az előbbi ellentmondást fel lehet oldani.

2. A betonok azonossága és állapotváltozása. Azonos betonok fajlagos tömörítési munkaigénye

A továbbiakban két vegyi és egyéb kiegészítőanyagot nem tartalmazó betont az anyagösszetételre nézve azonosnak tekintünk, ha

2.1 adalékanyaguk azonos kőzetből származó, természetes aprózódással, vagy mesterséges aprítással keletkezett azonos méretű és számú frakcióból összetett, a frakciók súlyaránya azonos, a szemek alakja, érdessége azonos.

2.2 Kötőanyaguk azonos minőségű cement, amelynek adagolt mennyisége 1 m^3 tömör betonra vonatkoztatva azonos.

2.3 Víz/cement tényezőjük azonos.

Az előbbi tényezők azonosságát statisztikusan értelmezzük, vagyis a mérőszámokat ismert és előre lehatárolt szórásokkal együtt tekintjük mérvadóknak.

A beton alkotóiban diszperz anyagrendszer, amely a keverés, a tömörítés és a bedolgozás révén tömör rendszerré változik. Hangsúlyozzuk a tömörítés és a bedolgozás közötti különbséget, mert ez a különbség döntő energiaigényük megkülönböztetése és számszerű meghatározása szempontjából. Ezek az állapotváltozások már a cement megkötése előtt is irreverzibilisek, még inkább azok utána. Ha a diszperz állapottól kiindulva a tömörig terjedően az állapotváltozá-

sok okait keressük, akkor a változások határain mindig konkrét munkavégzést találunk. Ha most vizsgálódásunkat a tömörítésre korlátozzuk, akkor tézisként kimondhatjuk, hogy

2.4 A tömörítés munkavégzés, amely a frissen megkevert beton belső ellenállásaitól, ill. az összetételtől függ.

2.5 Azonos betonok térfogategységre vonatkoztatott fajlagos tömörítési munkaigénye azonos és független a betontárgy geometriai méreteitől. A fajlagos tömörítési munka anyagjellemző.

2.6 Adott összetételű beton legtömörebb állapota határérték, amit gyakorlatilag lehetséges eszközökkel nem lehet fokozni.

2.7 A beton legtömörebb állapotához maximális szilárdsága hozzárendelhető.

E tézisek részletes igazolása megtalálható [1, 2]-ben. A fenti tézisekből következik, hogy ha a próbatestek készítésénél mérni vagy számítani, ill. mérni és számítani tudjuk az adott beton szilárdságmaximumához tartozó fajlagos tömörítési munkaigényt, és ezt mérőszámmal tudjuk jellemezni, akkor a 2.5 tézis alapján kimondhatjuk:

a betontárgyat úgy kell tömöríteni, hogy a fajlagos tömörítési munka megfelelően a próbatest készítése során regisztrált és a szilárdságmaximumot adó fajlagos tömörítési munkának, kikötve a betonkeverékek azonosságát.

A beton tömörítése során a tömörítendő anyag és a tömörítőeszköz kölcsönkapcsolatban állnak egymással és a folyamat alatt egységes mechanikai rendszert alkotnak. Ha vibrációval tömörítünk, akkor ez a rendszer rezgőrendszer. Ennek L_{δ} összes energiaigénye három fő összetevőre bontható:

$$L_{\delta} = L_1 + L_2 + L_3 \text{ (cmkp),}$$

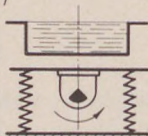
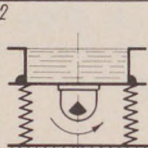
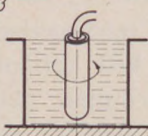
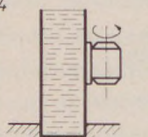
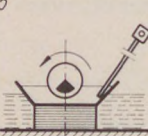
amikor L_1 a betont sűrűsögnövekedés és abszolút térfogatesökkenés mellett tömöríti, L_2 sűrűség- és térfogatváltozás nélkül a sablon-, vagy zsalutérbe bedolgozza, L_3 pedig a rezgőrendszer passzív tömegeinek mozgatásához szükséges energiaigényt fedezi. Hangsúlyozzuk, hogy a „fajlagos tömörítési munkaigény”-t eddig és a továbbiakban is csak az L_1 jelentette és jelenti. L_2 és L_3 meghatározását és így a teljes L_{δ} -ét is részletesen [4]-ben találhatjuk meg. (3)-ból a 2.5 tézis egyik lehetséges igazolását olvashatjuk ki. A próbatest és a betontárgy méreteiben és szerkezetében mutatkozó különbség energiaigényét az esetek túlnyomó nagy hányadában az L_2 és L_3 összetevők mérik, ill. veszik figyelembe. (3)-ból következik, hogy:

Ha a vasalatlan lazabeton az adagolás műveletének eredményeként a sablon-, vagy zsalutérben helyét véglegesen elfoglalja, akkor bedolgozási munkaigény nincsen, s így $L_{\bar{v}} = L_1 + L_3$. Ha a lazabeton konzisztenciája sűrűsögnövekedést eleve kizár, azaz a tömörödési tényező $\beta = 1$, akkor $L_{\bar{v}} = L_2 + L_3$. Ha a tömörítőszerkezet üresjáratban mozog, akkor $L_{\bar{v}} = L_3$.

3. A laboratóriumi vibrátorasztal szerepe

A megszilárdult beton roncsolásos vizsgálatára vonatkozó MSZ 4715/4—72 szabvány a földnedves konzisztenciájú betonok esetében szabványos döngölővel végrehajtott meghatározott számú ütés révén írja elő a beton tömörítését. Képlékeny konzisztencia esetén a döngölés szerepét csömöszölés veszi át. Ezzel a módszerrel azonban szinte sehol sem készítik a próbatesteket, és erre a vizsgálati szabvány lehetőséget is ad, amikor a földnedves és kissé képlékeny betonok vibrátoros tömörítését megengedi. Nagy betontermelő, vagy fogyasztó gyárakban a minőség igazolásához olyan mennyiségű próbatest kell, hogy a döngöléses és csömöszöléses tömörítést nem lehet alkalmazni. A próbatesteket még azok a laboratóriumok is, amelyek kevesebb próbatestet készítenek, vibrátorasztalon tömörítik. A lényegesen termelékenyebb módszer mellett ennek még az is oka, hogy a szabványos döngölővel, vagy csömöszölővel és adott ütésszámmal végrehajtott tömörítés *konstans* munka, míg a valóságban a konzisztencia függvényében ennek széles skálán változnia kellene. Egyelőre még nem szabályozott módon, de ezt a változtatást teszi lehetővé a laboratóriumi vibrátorasztal azáltal, hogy a szükségnek megfelelően hosszabb-rövidebb ideig működtethető.

A szabványos döngöléses és csömöszöléses tömörítési módban az a törekvés jut kifejezésre, hogy a szabályozás révén a vizsgálat tetszőleges mennyiségben, azonos módon megismételhető legyen. Ha már a gyakorlat több okból kifolyólag szinte általánosan rátért a vibrátorasztalok használatára a próbatestek készítése során, akkor megalapozott az a törekvés, hogy a laboratóriumi vibrátorasztal a szabványos döngölőszerszámmal analóg módon szabványos gép legyen. Ilyen szabványos vibrátorasztal a vizsgálat megismétlését ellenőrizhető módon tenné lehetővé. A szabványos vibrátorasztalon — ennek érdekében — jól kell definiálni azokat a gépi paramétereket, amelyek részben a gerjesztett rezgések, részben a beton-gép kölcsönkapcsolatnak számszerű jellemzésében szerepet játszanak. Ilyen szabványos vibrátorasztal

	Tömörítőeszköz	Dinamikai nyomás képlete	Paraméterek	
			Beton	Gép
Vibrátorasztal	1 	$Pd = \frac{\gamma \cdot v_0 \cdot t}{\beta - 1}$ [kpcm ²]	$G_B = \text{betonsúly}$ $V = \text{betontérfogat}$	$G_B = \text{összes súly}$ $M = \text{kinetikai nyomaték}$ $\omega = \text{szögsebesség}$ $G_0 = \text{centrifugális erő}$ $A_0 = \text{az útamplitúdó}$ $v_0 = \text{sebességamplitúdó}$ $c = \text{eredő rugóállandó}$
	2 	$Pd = \frac{14 \cdot 10^5 \sqrt{\gamma \cdot n \cdot v_0^2 \cdot t}}{\beta - 1}$ [kpcm ²]		
Rúvibrátor	3 	$Pd = \frac{G_0 \cdot v_0 \cdot t \cdot \beta}{V_1 [\beta - 1]} \sin \varepsilon$ [kpcm ²]	$V_1 = \text{laza térfogat}$	$\varepsilon = a \text{ fázisszög}$
Zsaluvibrátor	4 	$Pd = \frac{G_0 \cdot v_0 \cdot t}{V_d [\beta - 1]} \sin \varepsilon$ [kpcm ²]	$V_d = \text{tömör. térfogat}$	$G_0 = a \text{ centrifugális erő}$
Lapvibrátor	5 	$Pd = 697 \cdot 10^6 \frac{G_0 \cdot n \cdot v_0^2 \cdot t}{V_d [\beta - 1]}$ [kpcm ²]		$G_0 = a \text{ gép teljes súlya}$

2. ábra. Az alapvető vibrációs üzemmódok és a dinamikai nyomás egyenletei

használata előfeltétele annak is, hogy a különböző kutatóhelyeken, laboratóriumokban mért adatokat általánosítani lehessen.

A szerző [1]-ben az öt alapvető vibrációs tömörítési üzemmódra a fajlagos tömörítési munkát mérő egyenleteket vezetett le. Ezeket a 2. ábra foglalja össze. A fajlagos tömörítési munka azt az energiamennyiséget jelenti, amelynek az árán az 1 cm³-nél nagyobb térfogatú lazabetonból 1 cm³ tömörbeton lesz. Az eredeti mértékegység ezért

$$\text{cmkp/cm}^3 \text{ térfogatsökkenés.}$$

Ez a mértékegység nem egyszerűsíthető közvetlenül kp/cm²-re, holott ez az egyszerűség érdekében célszerű lenne. A fajlagos tömörítési munka levezetésének van azonban olyan változata, amely a mérőszámot kp/cm² mértékegységben adja meg. Ezért van a 2. ábrán látható mérőszám-egyenleteknek nyomás mértékegységük és neveztük el a mérőszámot dinamikai nyomásnak.

Bármelyik egyenlet vizsgálatát meggyőző arról, hogy mindegyikben betontechnológiai és gépészeti mennyiségek szerepelnek a beton és a gép kölcsönkapcsolatának kifejezéseként.

Ha feltesszük, hogy a gerjesztés gyorsan forgó excentrikus tömeg tehetetlenségi ereje révén történik, akkor a rezgőrendszer sebességamplitúdójára felírható a következő egyenletlanc:

$$v_0 = A_0 \omega = \frac{M}{G_0} \omega = \frac{G_0 \cdot e}{G_0} \omega = \frac{C_0}{g \cdot G_0 \cdot \omega}, \quad (4)$$

ahol

- A_0 (cm) a rezgőrendszer útamplitúdója
- ω (s^{-1}) a gerjesztés szögsebessége
- M (cmkp) a gerjesztés kinetikai nyomatéka
- G_0 (kp) az excentrikus gerjesztőtömeg súlya
- e (cm) a gerjesztőtömeg excentricitása
- G_0 (kp) az összes gerjesztett súly
- C_0 (kp) az eredő centrifugális gerjesztőerő
- g (cms^{-2}) a gravitációs gyorsulás.

A (4)-gyel bizonyítani lehet, hogy a v_0 gépészeti paraméteren keresztül implicite a többi lényeges gépészeti mennyiség is szerepet kap a fajlagos tömörítési munka meghatározásában. A próbatéteket vagy szabadon felfekvő, vagy mereven rögzített sablonokban lehet készíteni. A 2. ábra vonatkozó egyenletével a p_d fajlagos tömörítési munka számítható és az adott betonhoz hozzárendelhető.

4. Folyamatszabályozás a dinamikai nyomás ismeretében

Feltételezve most már, hogy p_d , β és γ adott betonra nézve ismert, a mindenkorli üzemmódra vonatkozó egyenletről szeparálható a

$$v_0 t = v_0 t(p_d, \beta, \gamma) \quad (5)$$

szorzat. E szorzat számértékére épülően a beton állapotváltozásának folyamatát a gyakorlat számára megfelelően szabályozhatjuk. A szabályozás lehetősége független attól, hogy a betontárgyat milyen vibrációs tömörítőeszközzel fogják tömöríteni. A $v_0 t$ szorzat annak az úthossz-összegnek tekinthető, amelyen a rezgőrendszer a tömörítés tartama alatt mozog.

Eddigi állításaink igazolására vegyük tetszőleges példának az 1. ábra C esetét. Ez a gravitációs betonsövek előállításának egyik lehetséges vibrációs módját szimbolizálja. Ezzel összefüggésben feladatunk kettős lehet: vagy újra kell szerkeszteni egy meglévő csőgyártógépnek ezt a formázórészét, vagy a beton megváltoztatása miatt új tömörítési időt kell meghatározunk. Ez az utóbbi eset az elsőhöz képest sokkal gyakoribb, de az első is reális üzemi példa. A formázórész ugyanis gyorsan kopik és cserélni kell. E csere alkalmával mód van olyan konstrukciós változtatásokra, amelyeket az ere-

deti megoldással szemben az üzemi tapasztalatok indokolnak, pl. vastagabb sablonfal, a tok csatlakozó méreteinek változtatása stb. stb. A folyamat-szabályozás szempontjából vizsgáljuk meg most ezt a két esetet.

4.1 A változó betonösszetétel miatt új tömörítési időt kell meghatározni

Ebben az esetben konkrétan ismert a cső minden mérete, súlya, valamint a külső sablonköpeny és a belső mag súlya is. Ismert továbbá a magba és a sablonköpenyre felszerelt gerjesztővibrátorok valamennyi paramétere is. A továbbiakban csak a példa egyszerűsége érdekében mellőzzük most a külső sablonköpenyre szerelt zsaluvibrátorok vizsgálatát. Konkrét esetben ezek hatása szuperpozícióval egyszerűen figyelembe vehető. Vegyük tehát úgy, hogy a tömörítési munkát egyedül a mag zsaluvibrátorai szolgáltatják. Ebben az esetben a 2. ábra 4. üzemi esetére vonatkozóan az (5) szerinti szorzat:

$$v_0 t = \frac{p_d \cdot V_d (\beta - 1)}{C_0 \sin \varepsilon} \quad (6)$$

Az egyenlet jobb oldalának minden tagja ismert: p_d az adott betonra meghatározott fajlagos tömörítési munka, V_d a tömörítőcsőtér fogat, C_0 a magban levő zsaluvibrátorok eredő centrifugális ereje, $\sin \varepsilon$ pedig a [3]-ban kifejtett módon számítható. Mivel a jelen esetben v_0 a (4) egyenletlanc bármely tagjaként is ismert, t közvetlenül adódik, s erre az üzem beállítható. A beállítás — esetleg — csak sorozatos korrekciók révén lesz végleges. A bemutatott mód azonban nemcsak megalapozza a helyes üzemszabályozást, hanem a korrigálás lehetőségét is megkönnyíti. A jelenlegi gyakorlatban ugyanis t -t pusztán becslések sorozatával lehet beállítani.

(6)-ból a csőgyártásra vonatkozóan kiolvasható az az egyedül helyes üzemi szabály is, hogy *a 2.5 tétis értelmében azon a csőátmérő intervallumon belül, amelyben a betonösszetétel állandó, s amelyre így p_d vonatkozik, az egyes átmérők tömörítési idejének megállapításához szintén (6) a számszerű alap.*

4.2 A gyártógép formázórészét újra kell szerkeszteni

Mivel a cső méretei nem változnak, sok adat ebben az esetben is változatlan marad, néhány a szerkesztésből adódik, néhányat pedig esetleg fel kell venni. Ebben az esetben is a (4)-(5)-(6) összefüggések alapján jutunk el a kívánt célhoz, részben fordított lépéssorrendben, részben könnyen végrehajtható korrekciók révén.

5. Kísérletek p_d módszeres meghatározásához

5.1 A vibrátorasztal

Az egyelőre csak feltételezetten szabványosítható vibrátorasztalt igyekeztünk az *RZ4* típusú sorozatvibrátorasztalból, célszerű módosítással kialakítani. Ennek eredményeként az asztal polarizált rezgéseket végez és a próbatestsablonokat az asztallaphoz mereven rögzíteni lehet. Egyszerre 1—5 darab próbatestet lehet készíteni. Az asztal gerjesztése állítható. A kísérletek folyamán azonban mindig a legnagyobb centrifugális erőre volt szükség. A hajtómotor $n=3000 \text{ min}^{-1}$ szinkron fordulatszámát ugyanis csak olyan nagy fordulatszám-eltéréssel sikerült az asztallapra átvinni, hogy az asztal tényleges rezgésszáma mélyen alatta maradt a fenti értéknek. Az asztal és a tömörítőrezgések legfontosabb adatait az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat

A vibrátorasztal és a tömörítőrezgések paraméterei

Sorszám	Megnevezés	Mértékegység	Mérszám
1	2	3	4
1.	Az asztallap súlya az olajjal feltöltött gerjesztőművel	kp	194
2.	Egy db $20 \times 20 \times 20$ cm-es kockasablon súlya	kp	24,7
3.	A sablonleszorító szerkezet súlya	kp	35,7
4.	Az eredő kinetikai nyomoték	cmkp	15,5
5.	A hajtómotor szinkron fordulatszám	min^{-1}	3000
6.	A négy támasztórugó eredő állandója	cmkp^{-1}	$1,32 \cdot 10^{-3}$
7.	Az asztal tényleges rezgésszáma	min^{-1}	2200
8.	A tömörítőrezgések szögsebessége	s^{-1}	232
9.	A gerjesztő centrifugális erő	kp	820
10.	Az útamplitúdó a teljes terhelés mellett	em	0,042
11.	A sebességamplitúdó	cms^{-1}	9,7

5.2 A mérések elve és módja

Mivel a méréseket a *Mélyépítő Vállalat* üzemi laboratóriumában hajtottuk végre, törekedni kellett a minél egyszerűbb és könnyebb munkára, a laboratórium napi munkájának zavartalansága érdekében. A vizsgált betonok emiatt az üzem által nagy mennyiségben termelt betonfajtákból kerültek ki. Minimumra ($x=3$) kellett korlátozni az egyszerre készített próbatestek számát is.

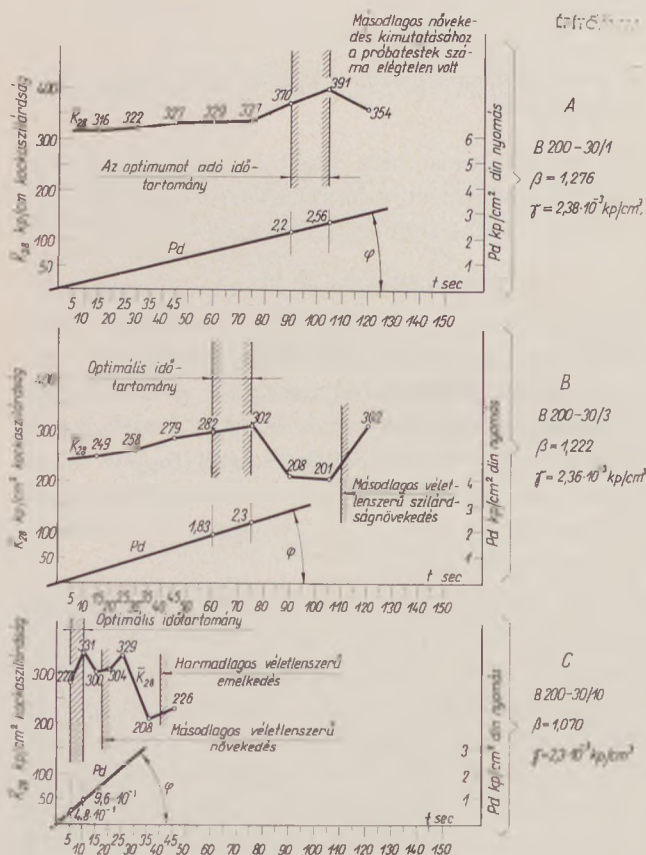
A 2.6 és 2.7 tézisek értelmében ha teljesül a „konstans betonösszetétel” és a „konstans paraméterekkel rendelkező vibrátorasztal” kritérium, a készülő próbatestek tömörsége és ezzel együtt szilárdsága, a t tömörítési idő függvénye. Ha tehát

$$t^+ < t_1 < t_2 < \dots < t_i < \dots < t_n$$

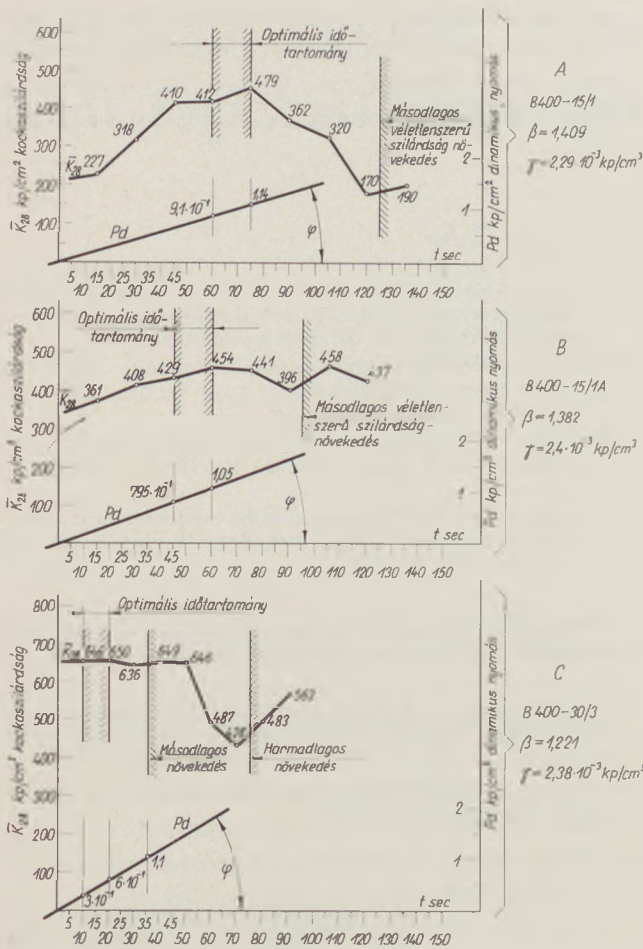
növekvő időtartamokkal esetenként $x \geq 3$ db próbatestet készítünk, akkor egy t_i időpontnál az adott összetétellel elérhető szilárdságmaximum

felső határként jelentkezik. Tetszőleges $t_n > t_i$ ideig tartó tömörítés felesleges. Egyrészt a szilárdságmaximumot nem növelheti, másrészt bizonyos t_j idő után azt a térbeli struktúrát, amelyhez a szilárdságmaximum tartozik, feltétlenül megváltoztatja. Ennek a struktúraváltozásnak szükségszerűen szilárdságcsökkenés a következménye. A csökkenésnek is van azonban alsó korlátja, amely után újabb, *másodlagos* szilárdságnövekedés jelentkezik. A kapott eredmények között vannak olyanok, amelyek harmadlagos növekedésről is tanúskodnak. Ez azt bizonyítja, hogy tetszőlegesen hosszú tömörítési idő alatt a növekedés és a csökkenés — bár szabálytalanul, véletlenszerűen — de változik. Csakhogy amíg az első maximumhoz a tömörítési idő törvényszerűen hozzárendelhető, addig a következőkhöz — már a másodikhoz sem — nem.

A 3. és 4. ábrán feltüntettük a növekvő időtartamokkal készített három-három próbatestet átlagának változását. Optimális időintervallumnak azt tekintve, amelyen belül a szilárdság először közelít növekvően a maximumhoz, a 3. és 4. ábrán az



3. ábra. Csak a víztartalomban eltérő, egyebekben azonos beton optimális tömörítési időtartományai, a p_d dinamikai nyomás, mint fajlagos tömörítési munka, konstans mechanikai teljesítmény mellett



4. ábra. Különféle betonok optimális tömörítési időtartományai, a p_d dinamikai nyomás, mint fajlagos tömörítési munka, konstans mechanikai teljesítmény mellett. A B beton A-tól abban különbözik, hogy adalékanyagához acélszálakat keverték

optimális időintervallumokat — várakozásunknak és téziseinknek megfelelően — megbízható biztonsággal kijelölhetjük. A 3. ábrán látható viszonyokat mondhatjuk célunk szempontjából a legjobbaknak, mivel ezeket módszeresen nyert sorozatnak tekinthetjük. Itt ugyanis ugyanaz a beton csak a víz mennyiségében változik, s így az ebből fakadó tömörítéstechnikai különbségeket számszerűen nyomon követhetjük. A 3c ábra bizonyítja, hogy minél képlékenyebb a konzisztencia, annál labilisabb a beton optimális szilárdságát adó térbeli struktúra.

A 4. ábrán feltüntetett viszonyok már nem tekinthetők csak a vízmennyiségben eltérő azonos betonok módszeres sorozatának. A 4A—B betonok ugyan, csak abban különböznek, hogy a 4B beton 2—3 cm-es darabokra vágott 0,4 mm-es acélszálakkal erősített anyag, de a 4C beton az előző kettőnek nem módszeres variációja.

5.3 A vizsgált betonokra vonatkozó dinamikai nyomások

Valamennyi próbakocka úgy készült, hogy a sablonokat a vibrátorasztalhoz mereven rögzítették. A fajlagos tömörítési munkát mérő dinamikai nyomásnak az erre az üzemi esetre vonatkozó képességét még a következő alakokban írhatjuk:

$$p_d = 1,4 \cdot 10^{-5} v_0^2 \cdot n \frac{\gamma \cdot v_0 \cdot t}{\beta - 1}, \quad (7)$$

illetve

$$p_d = 1,4 \cdot 10^{-5} v_0^2 \cdot n \frac{\gamma}{\beta - 1} t. \quad (8)$$

A (7) összefüggésben a tört alakilag azonos a 2. ábra 1. esetére vonatkozó képlettel. Csak utalunk arra, hogy a szabadon felfekvő sablonban való tömörítés során v_0 úgy növekszik meg, t pedig úgy csökken, hogy a 2. ábra 1. képlete is ugyanazt a munkát méri azonos betonok esetében [1].

A (8) összefüggés azt mutatja, hogy a tört előtti szorzat ugyanazon a vibrátorasztalon, ugyanazon terhelés esetében — tehát kísérleteink során is — állandó. A tört éppen a vizsgált beton tulajdonságaitól függő szám. Mivel a β tömörödési tényező és a γ térfogatsúly a mérhető térfogatváltozás után [1, 2] ugyanannál a betonnál állandó, ezért a

(9) összefüggésben a tört az adott betonra jellemző konstansként az időben lineáris függvény iránytangensét határozza meg:

$$x \cdot \operatorname{tg} \varphi = \frac{\gamma}{\beta - 1}. \quad (9)$$

Ezek előrebocsátásával p_d -t számíthatjuk. Mind a 3., mind a 4. ábrában feltüntettük p_d vonatkozó egyeneseit. Ezekből az optimális időtartományok határabszisszái kimetszik a fajlagos tömörítési munkát mérő p_d -nek az ehhez az időtartományhoz tartozó konkrét határértékeit.

6. Következtetés

Noha a három betonkategória közül csak egy elégtette ki a módszeres változtatás kritériumát, a 2. pontban írt téziseinket mindhárom beton viselkedése igazolta. Ahhoz azonban, hogy egy, csak a vízmennyiségben változó betonra nézve p_d változását függvénybe foglalhassuk, a módszerességtől nem lehet eltekinteni. Emiatt helyesebb lett volna a konzisztencia-mérőszámok helyett konkrét v/c értékekhez rendelni p_d -t, mert — általában — egy-egy konzisztencia-mérőszámon belül több v/c érték lehet.

Bizonyítottnak tekinthetjük, hogy adott beton maximális szilárdságához a fajlagos tömörítési

munkát úgy rendelhetjük hozzá, hogy ez bázis lehet az 1. ábra kapcsán tárgyalt ellentmondás feloldásához.

Bizonyítottunk tekinthetjük, hogy megfelelően szerkesztett és egységesen használt laboratóriumi vibrátorasztal a két mérőszám egymáshoz-rendelését lényegesen megkönnyítheti, és az üzemmódok közötti átszámításokban a hibákat csökkentheti. Állandó paraméterekre beállítható, szabványosítható vibrátorasztal a jelenlegi előírásokban kimutatható ellentmondásokat segít kiküszöbölni és egységes gyakorlat alapját alkothatja.

Bizonyítottunk tekinthetjük, hogy a fajlagos tömörítési munka fogalma és a tömörítés és a bedolgozás folyamatainak megkülönböztetése lehet az a megfelelési kritérium, amelynek alapján a „kisebbl” mintán mért mérőszámok érvényességét a „nagyobb” valóságon megalapozottan feltételezhetjük. Igazoltnak tekintjük a statisztikus tárgyalásmód helyességét, valamint azt, hogy a betontervezést csak akkor tekinthetjük befejezettnak, ha az összetételi arányszámokon kívül a tömörítés műveletére is ad tájékoztatást, rendszerezett p_d számok alapján.

A szerző ezúton fejezi ki köszönetét a *Mélyépítő Vállalat* vezetőinek megértő támogatásukért, valamint *Máhr Gézának*, a vállalati beton-laboratórium vezetőjének pontos és megbízható munkájáért.

I R O D A L O M

- [1] *Csutor*: Egységes elmélet a vibrációs betontömörítés szabályozására, különös tekintettel a kavicsbetonokra. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1968.
- [2] *Csutor*: Verdichtungstechnische Beiträge zur Entwurfstheorie der Kiesbetone, Acta Techn. Acad. Sc. Hung. Budapest, 1970.
- [3] *Csutor*: Der Phasenwinkel im Betrieb des Nadelrüttlers, Acta Techn. Acad. Sc. Hung. Budapest, 1973.
- [4] *Csutor*: Verdichtungstechnische Beiträge zur Entwurfstheorie der Kiesbetone, Acta Techn. Acad. Sc. Hung. Budapest, 1974.

Чумор, Я.: Влияние удельной работы уплотнения на прочность бетонного образца-кубика

Csutor, János: Auswirkungen der spezifischen Verdichtungsarbeit auf die Würfeldruckfestigkeit des Betons

Csutor, János: Effect of Specific Compacting Work on the Strength of Concrete

Útibeszámoló

Öt nap Csehszlovákiában

Az elmúlt év decemberében Egyesületünk szervezésében két csehszlovák gyárat látogattunk meg. A látogatáson 10 fő vett részt.

A Nemsova-i Üveggyárat 1902-ben alapították, gyártmánya élelmiszeripari csomagolóüveg. Nagyságrendileg hasonló a mi Sajószentpéteri Üveggyárunkhoz. Az egyetlen hutacsarnokban elhelyezett 5 db kemence olvasztó felülete kb. 300 m² körül van. Kettőben zöld és háromban fehér üveget olvasztanak. Fajlagos olvasztási teljesítményük gázfűtés esetén 1200—1600 kg/m²/óra, elektromos pótfűtéssel 2000 kg/m²/óra. A kemencék rekuperatív rendszerek, gépparkjuk saját gyártmányú IS és Linc rendszerű egységekből áll. A hűtőszalagok légcirkulációs elektromos fűtésűek automatikus hőfokszabályozóval ellátva. A szalag végén félautomatikus vagy automatikus palettázó berendezés van. A közeljövőben új csarnok felépítésével állí-

tanak be nyolcállomásos IS rendszerű automatákat.

Említést érdemel egy saját készítésű palettázó brendezés, amely egy sugár fúrógéphez hasonló, elforduló konzolos-oszlopos megoldású. Kis helyszükséglete miatt igen célszerű megoldás. A hutában forma előmelegítést alkalmaznak, így gyorsabb az átállítás és kevesebb a selejt a gépeken. A félautomatizált keverőben a szódát 4 db egyenként 1000 tonnás silóban tárolják. Továbbítását a keverőben szakaszos, pneumatikus szállítással végzik. Még a zsákos szódát is az alapszinten közvetlenül a vagonok mellett felbontják és az előbbi módon a silóba továbbítják. A hutacsarnok jól szellőzött, nem zsúfolt, a levegőben kevés az olajgőz, a leszedő és csomagoló tágas, kevésbé huza- tos, viszonyítva a mi hutáinkhoz.

A Levnicke Rovne-i Üveggyárat a múlt század végén alapítot-

ták, gyártmánya finomöblösüveg-áru. A gyár specialitásai közé tartoznak a hosszú szárú kelyhek, amelyek szárait utólagos visszamelegítéssel a csésze testéből formálják ki. A hutacsarnokban egy 20 m²-es elektromos pótfűtésű kemencén, Olivotto gépen különböző nagyságú poharak gyártását végzik. Három nappali kádon és három fazekas kemencén hagyományos kézigyártást láthattunk. A hűtőszalagok ugyancsak elektromos hűtésű légcirkulációs rendszerűek. Kísérletképpen üzemel egy 2 m²-es kemence, amit csak elektromosan fűtenek.

Mindkét gyárban tapasztalható volt a jó szervezetségre utaló nyugodt légkör. A gyárak megtekintése után a gyár vezetői választottak kérdéseinkre, szakmai vitákat folytattunk mindkét fél megaláztatására.

Szabad időnk hasznos eltöltésében segítségünkre voltak a szlovák elvtársak. A szívélyes fogadtatásért köszönetet mondunk *Fehér Lajos* személyzeti igazgató h. elvtársnak és mindazoknak, akik az ott töltött napok alatt a munkájukon túlmenően velünk foglalkoztak.

Szüllősi Kálmán

Kioldható ionokat tartalmazó üveg mint fogászati cementek alapanyaga*

BARRY, T. I. — MILLER, R. P.

Nemzeti Fizikai Laboratórium, Teddington, Middlesex

WILSON, A. D.

Állami Laboratórium, London

Bevezetés

Századunk eleje óta a fogászati cementek egyik legfontosabb alapanyaga a fluortartalmú alumino-szilikát üveg, melyet foszforsavval kevernek össze. Az ilyen módon képződő kötőanyag szerkezetét és tulajdonságait Wilson és munkatársai (1972) a közelmúltban írták el. Arra az eredményre jutottak, hogy a szilárdulási folyamat azáltal jön létre, hogy a sav megtámadja az üveget és Na^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} , F^- ionok kerülnek a folyadékba. Ezek az ionok kötési és szilárdulási folyamatokat indítanak el, melyek hatására egy gélszerű kötőanyag jön létre, mely magába zárja a még feltáratlan üvegrészecskéket. Annak ellenére, hogy a kötési folyamatait még nem ismerjük teljes pontossággal, az mindenestre valószínűsíthető, hogy a kötőanyag géltartalmában Al^{3+} kationokból és OH^- , PO_4^{3-} anionokból álló amorf polimer képződik, ahol is a polimerizációt az oldat pH-ja szabályozza. Szilárdabb cementekben kimutatható volt, hogy a ragasztófázisban (matrixban) apró kalcium-fluorit kristályok váltak ki, és ezzel kiegészítették mind a matrixban, mind pedig az üvegben kialakuló fázis-szétválást. A szilárdulás során a keletkező polimer a lánchosszúság növekedése következtében oldhatatlanná válik. A folyamat igen gyors, a maximális szilárdság 65%-a 30 percen belül elérhető.

A kutatástól a fogászok egyre szilárdabb és jobb mechanikai és fizikai tulajdonságokkal rendelkező cementet kérnek. Fontos tulajdonságok továbbá, hogy a szilárdságon kívül kinézésben és hőtágulásban egyaránt hasonlítsanak a természetes fogakhoz és a többi fogászati anyaghoz és igen célszerű, ha a nyál hatására a fluortartalom egy része lassan kioldódik és ilyen módon hozzájárul a fogszuvasodás gátlásához. Az ilyen típusú fogászati cementek fő

hátránya azonban az elszíneződés, a kopás és a nyál hatására beálló esetleges teljes szétesés. Ezenkívül előfordulhat, hogy érzékenyebb egyének fogbelét ezek a cementek megtámadják. A korábbi kutatás során arra az eredményre jutottak, hogy ezek a nehézségek elkerülhetetlenek; legalább is az üvegfázis és a foszforsav közötti arány semmilyen változtatásával nem voltak teljesen elkerülhetőek. Mindezek arra vezettek, hogy új anyagokra volt szükség, melyek a fogászati szilikátcementek valamennyi jó tulajdonságával rendelkeznek azok hátrányai nélkül, ezenkívül üregek kitöltésére is alkalmasabbak, mert tapadásuk erősebb.

Ebben a cikkben beszámolunk a kutatások eredményeiről, melynek során sikerült új típusú és lényegesen javított tulajdonságú fogászati cementeket előállítani. Az új cement két alkotórészből áll: akrilsav polimerek és kopolimerek vizes oldatából, valamint módosított összetételű alumíniumszilikát üvegporokból. Az ilyen módon kapott cement tehát üveg-ionomer jellegű és az irodalomban ASPA (alumínium-szilikát/poli-akrilsav) néven illetik (Wilson—Kent 1972).

Az ASPA cementek különleges problémája volt az, hogy a keverési arányok gyakran reprodukálhatatlan módon változtak. Azonos kiindulási összetételű üveg esetén egyszer igen jó keverékek képződtek, máskor pedig már rövid keverés után gumi-szerűvé vagy szálhúzóvá vált a keverék, úgyhogy gyakorlatilag használhatatlan volt. Hamarosan meg lehetett állapítani, hogy ezek a különbségek az üveg olvasztási körülményeiben keresendők. Cikkünkben ezzel kapcsolatban néhány felismerést kívánunk bemutatni. Összehasonlítjuk továbbá az ASPA cement mikroszerkezeti tulajdonságait a szokásos szilikátcementekével, valamint választ kívánunk adni a kötés mechanizmusára is.

*Elhangzott a XI. Szilikátipari Konferencián.

Kísérleti rész

A szokásos fogászati szilikátcement üveg (Super Syntrex márkanéven) összetételét az 1. táblázatban adjuk meg Wilson és munkatársai (1972) nyomán.

1. táblázat

A szokványos fogászati szilikátcementhez használt üveg összetétele (az üveg márkanéve Super Syntrex)

Anyag	Súly %
SiO ₂	11,6
Al ₂ O ₃	28,2
CaO	8,8
Na ₂ O	7,7
F	13,3
P ₂ O ₅	3,3
ZnO	0,3
H ₂ O	2,2
O-hiány az F miatt ..	F 5,6
Összesen	99,8

Az ASPA üveg ettől abban különbözik, hogy az Al₂O₃:SiO₂ arány nagyobb, mint a szokásos (1. táblázatban feltüntetett) üvegek esetében és ezenkívül fluort is tartalmaz. A továbbiak során mindig a G 200 jelű üveget alkalmazzuk; ezt kriolitból, kalcium-fluoridból, szilícium-dioxidból, alumínium-oxidból és alumínium-foszfátból olvasztjuk szillimanit téglékben. Az olvasztás hőmérséklete 1100 és 1300 °C között változik. A hőmérséklet-tartás ideje 75 perc. A zárójelben levő szám a továbbiak során az égetési hőmérsékletet jelenti.

A foszforsavas kötésű fogászati cementeknél a folyadék foszforsav-oldat, mely alumíniumot és cinket is tartalmaz. ASPA cementek esetében akril-sav homopolimerek vagy más alifás etilénvegyületekkel alkotott kopolimerek vizes oldatát használják; az oldat töménysége 40–55% és a molekulatömeg 5000 és 30 000 között váltakozik.

Az alkalmazott módszerek

A cikkben leírt fogászati szilikátcementeket olyan módon állítottuk elő, hogy ismert mennyiségű, finomra porított üveget ugyancsak ismert mennyiségű foszforsav oldattal kevertünk össze. Az üveg mennyiségét grammban, a foszforsav mennyiségét cm³-ben fejeztük ki. Az ASPA cementet hasonlóképpen kevertük 50%-os poli-akrilsav oldatból; itt az üveg : folyadék arány 3,5 : 1, vagy 3,0 : 1 volt. A konzisztenciára, kötési időre, szilárdságra, oldhatóságra és homlásra vonatkozó adatokat az 1971-ben készült angol szabvány szerint mértük.

Az üveg- és a cementmintákat optikai mikroszkópiával is megvizsgáltuk. Ehhez a mintát hidegen

kötő műgyantába ágyaztuk, a felületét megcsiszoltuk, majd 5 másodpercen át 0,5%-os hidrogén-fluorid oldattal marattuk. Az alkalmazott mikroszkópot Nomarski-feltétellel láttuk el. Elektronmikroszkópos vizsgálatokat is végeztünk, ehhez a szokásos transzmissziós elektronmikroszkópi eljárást használtuk, azonban nem replikákat készítettünk, hanem a mintákat közvetlenül vizsgáltuk. Ehhez először a mintákat kb. 20 μm vastagságra csiszoltuk, majd ezeket Edwards-féle ion-nyaláb készülékkel szubmikron méretekig vékonyítottuk. Egyes esetekben karbon-platina replikákat is készítettünk. Az alkalmazott elektronmikroszkóp általában 100 kV-os gyorsítófeszültséggel rendelkezik (JEOL JEM 7); ezenkívül megavolt feszültségű készüléket (AEI EM 7) is használtunk.

A cementek és üvegek törési felületét ezenkívül rászter-elektronmikroszkóppal is megvizsgáltuk. Az alkalmazott mikroszkóp Cambridge SEM 4 típus volt, melyet nem-diszperzív röntgen-analizátorral is elláttunk. Ez az elrendezés lehetővé teszi a felület egyes körülhatárolt részeinek röntgenspektrum-vizsgálatát és a különböző elemek emissziós csúcsainak helyén végzett számlálásokból ezeknek a területeknek közelítő kémiai összetétele is megállapítható.

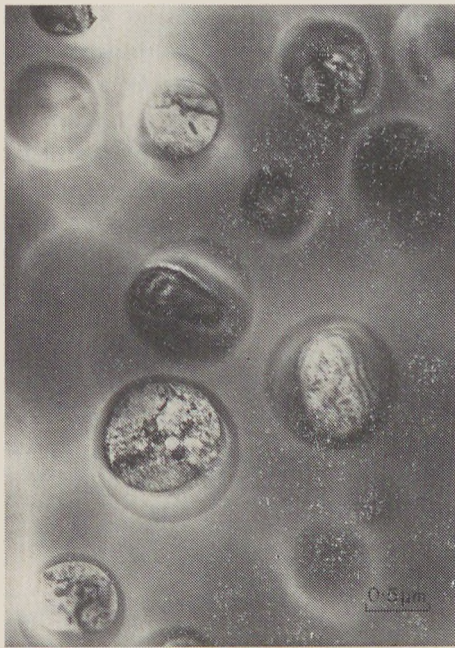
A kísérleti eredmények

Az üvegek

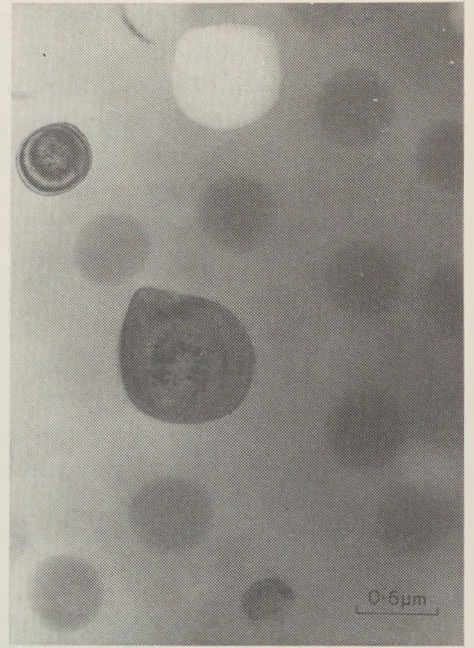
Wilson és munkatársai (1972) megállapították, hogy a fogászati szilikátcementek számára szolgáló üvegekben fázis-szételegedés mutatható ki. Feltehető, hogy a szilárd cseppecskékben a fluor felhalmozódik. Ebben az időben azonban e fázis-szétválás jelentőségét még nem ismerték fel.

Az ASPA üvegekben azonban a fázis-szétválás mértéke és természete összefüggésbe hozható az üvegek olvasztási körülményeivel, ez pedig, mint ismeretes a cement keverési sajátságait befolyásolja. Így pl. a G200 üveg igen jól keveredik a poli-akrilsav oldatokkal, ha az olvasztás 1150°-on történik, de a keveredés rossz, ha az olvasztási hőmérséklet 1300 °C volt; ilyenkor a kapott pép igen hamar megtúrósodik és keverhetetlenné válik.

Az üvegek olvasztásánál súlyvesztés lép fel. Ez a súlyvesztés 12,14% az 1150°-os és 18,45% az 1300°-os olvasztás során. A súlyvesztés oka csaknem teljes bizonyossággal abból áll, hogy fluor távozik, mégpedig alacsonyabb hőmérsékleten hidrogén-fluorid, magasabb hőmérsékleten pedig szilícium-tetrafluorid alakjában. A fenti számértékek 2 g-os olvasztásra vonatkoznak; feltehetően



1. ábra. Az 1150 °C olvasztott G200 üveg transzmissziós elektronmikroszkópi felvétele. Gyorsítófeszültség 100 kV. Jól láthatók a cseppek belsejében a fluorit-zárványok



2. ábra. Az 1300 °C olvasztott G200 üveg transzmissziós elektronmikroszkópos képe. Gyorsítófeszültség 1 MV. Látható, hogy a cseppecskék legnagyobb része nem kristályos

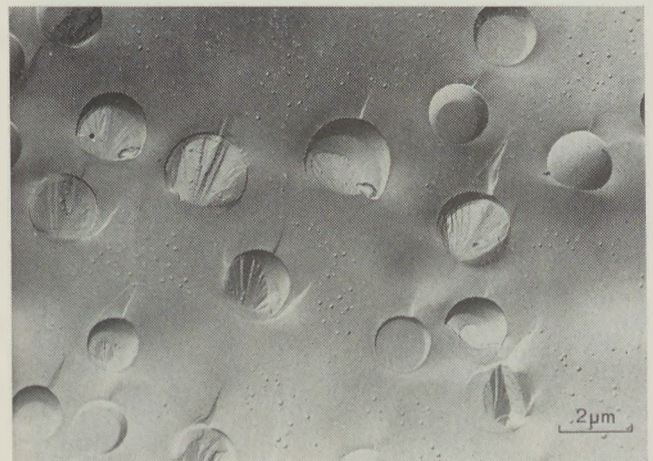
nagyobb tömegű minták olvasztásánál a fluorvesztés kisebb lesz.

A G200 üvegekből hirtelen lehűtött minták optikai és elektron-transzmissziós vizsgálata azt mutatja, hogy az 1150 °C hőmérsékleten olvasztott üveg nagyméretű (több mikron méretű) fluorit-kristályokat tartalmazott, melyek eloszlása nem volt egyenletes. Az 1300 °C olvasztott anyag ilyen fluorit-zárványokat nem tartalmazott. Ez arra utal, hogy 1150 °C-on az olvasztás még nem teljes. Mindkét üvegben ezenkívül gömb alakú cseppek is kimutathatók. Ezek természete azonban lényegesen különbözik: az alacsonyabb olvasztási hőmérsékleten a cseppecskék mérete 1,67 μm körül volt és térfogatuk kb. 20%-ot tett ki. A magasabb hőmérsékleten olvasztott mintában mind a méret, mind a térfogatszázalék valamivel kisebb volt (1,08 μm, ill. 19%). A legnagyobb különbség azonban a cseppecskék kristályosodásában mutatkozott. A magasabb hőmérsékleten olvasztott mintában a cseppecskék általában teljesen amorfok voltak, míg az 1150 °C-on olvasztott üvegben részben vagy teljesen kristályosak. A kristályos fázis fluoritból áll. A röntgenelemzésből meg lehetett állapítani az üvegek kalciumtartalmát: ez 14% volt az 1150 °C-os és 22% az 1300 °C-os üvegekben. Ebből is látható, hogy az alacsonyabb hőmérsékleten olvasztott üveg kalciumtartalmának egy része fluorit-zárványok alakjában volt jelen.

Az 1. és 2. ábrák mutatják az 1150 °C-on és 1300 fokon olvasztott G200 üvegek transzmissziós elektronmikroszkópi képét. Még jobban láthatók a részletek, ha a felületet megmaratjuk: részben hígított hidrogén-fluoridos maratást alkalmaztunk,



3. ábra. Az 1150 °C olvasztott és 0,1%-os hidrogén-fluorid oldattal 5 másodpercig maratótt üvegről készült replika elektronmikroszkópos képe



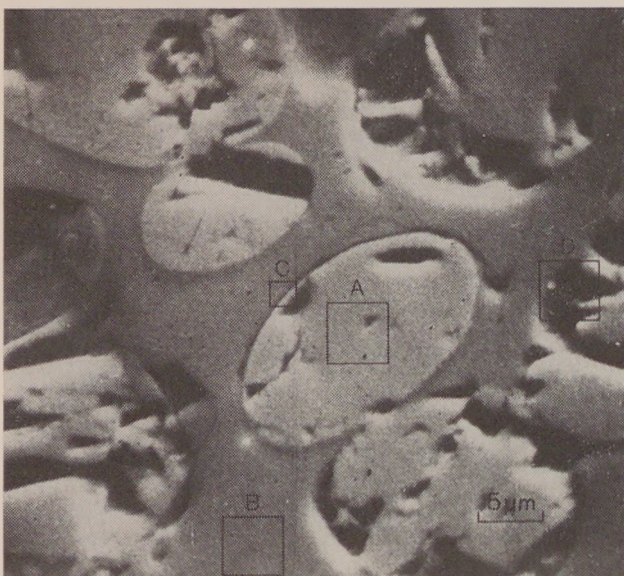
4. ábra. A 3. ábrához hasonló módon kezelt minta, csak nem polírozott, hanem frissen tört felületről. A cseppecskék kristályos területe a különböző törési mintázat a differenciális maratás következtében jól megkülönböztethető

részben pedig malonsav volt a maratószer. Ez utóbbit azért választottuk, mert ez szerkezetileg hasonlít a poliakrilsavhoz. Egy jellegzetes példát a 3. ábrán mutatunk be: a cseppek amorf része hamarabb oldódik, mint akár a fluoritban gazdag belső rész, akár pedig az alapüveg. A 4. és 5. ábra a G200 üveg 1150°-on, ill. 1250 °C-on olvasztott mintáinak törési felületét mutatja. A 4. ábrán látható rendkívül apró cseppecskék feltehetően a hűtés során alacsonyabb hőmérsékleten képződtek.

A raszter-elektronmikroszkópia nem eléggé feloldóképes ahhoz, hogy az apró, 1 μm-nél kisebb cseppecskék belső szerkezetét megmutassa, de néhány különlegesen nagy cseppecske ezzel az eljárással jól tanulmányozható. A 6. ábrán az 1150°-on olvasztott üveg raszter-elektronmikroszkópi képe



5. ábra. A 1200 °C olvasztott G200 üveg törési felületéről készült replika elektronmikroszkópi képe. Maratás 0,1%-os hidrogén-fluorid, 5 másodperc



6. ábra. Az 1150 °C olvasztott G200 üveg raszter-elektronmikroszkópos képe. A képen megjelöltük az A, B, C és D területeket, melyeket nemdiszperzív röntgenvizsgáltnak vettük alá (lásd 2. táblázat)

látható. Az eredmények csak nehezen hozhatók összefüggésbe a tranmissziós elektronmikroszkópi képpel. A 6. ábrán megjelölt területek nemdiszperzív röntgenelemzése mutatta, hogy a cseppecskék szilíciumot vagy alumíniumot a centrumban szinte nem is tartalmaznak, de a matrix és a cseppecske határán az Al:Si arány nagyobb, mint magában a matrixban. A nemdiszperzív röntgenelemzés eredményeit a 2. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat

Az elemek eloszlása a G200 üvegben a szórt röntgensugarak energia elemzése alapján

A vizsgált területeket a 6. ábra mutatja.

	Al	Si	Ca
A terület (a cseppen belül)	151 (0,015)	122 (0,012)	10 000 (1)
B terület (a matrixon belül)	9282 (1,7)	10 000 (1,8)	5439 (1)
C terület (a csepp határfelületén)	5512 (0,55)	4615 (0,46)	10 000 (1)
D terület (a csepp határfelületén)	6725 (0,67)	4,222 (0,42)	10 000 (1)

A zárójel nélküli számok az illető elemre vonatkozó beütésszámot, a zárójelben levő számok a kalciumra vonatkoztatott beütésszámot jelzik.

A cementek tulajdonságai

A szokásos fogászati szilikátcementek és az ASPA cement tulajdonságainak összehasonlítását a 3. táblázatban mutatjuk be. Az adatokat Kent és munkatársai (1973) munkáiból vettük.

A cementek mikrostruktúrája

Optikai mikroszkópiával és raszter-elektronmikroszkópiával vizsgálva mind az ASPA, mind pedig a szokásos fogászati szilikátcementek mikroszerkezete nagyon hasonlít egymáshoz. Néhány jellegzetes szerkezeti elemet a 7., 8. és 9. ábrán mutatunk be. Az üvegrészecskék ezeken a fényképeken mint sokszögek mutatkoznak, méretük 1–30 μm között változik és a különbség köztük a fázisátváltás mértékében mutatkozik. A két ASPA cement összehasonlítása arra mutat, hogy az 1150 °C-on olvasztott üveg szerkezete inhomogén. Az 1250 °C-on olvasztott üveg részecskéiben a cseppek egyenletesebben vannak eloszolva.

Elemeloszlás a cementekben

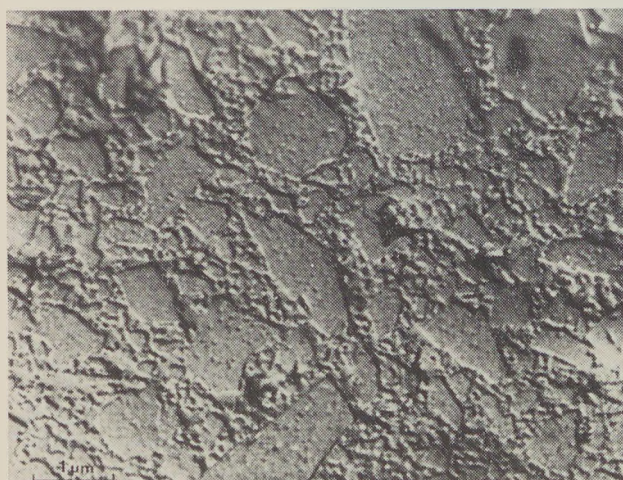
A 10. ábrán Wilson és munkatársai 1973. évből származó cikke alapján néhány jellegzetes elem-

	ASPA		Szilikátcement		
	(a)	(b)	Super Syntrex	Egyéb	Határok
Por/folyadék (g/ml)	3,5	3,0	4,0	3,1—4,0	—
A por térfogataránya (%)	56	52	62	62	—
Konzisztencia (mm)	28	32	25	25	25±1
Kötésidő (perc)	4,5	4,5	3,75	3,20—4,75	3—8
Szilárdság (MN/m ²) 24 óra	213	186	226	176—235	minimum 167
7 nap	—	222	246	—	—
műzószilárdság (MN/m ²) 24 óra	17	15	13	—	—
7 nap	—	16	14	—	—
Oldhatóság (%) 24 óra után	0,3	0,3	0,50	0,44—1,27	1,0 maximum
Sav okozta erózió (%) 7 nap után	—	0,3	3,9	—	—
Áttetszőség (%)	—	35	34	—	—
Opálosság, C _{0,70} *	—	0,68	0,55	—	0,35—0,55
pH 3 perc	—	2,5	1,3	—	—
24 óra	—	5,3	4,7	—	—

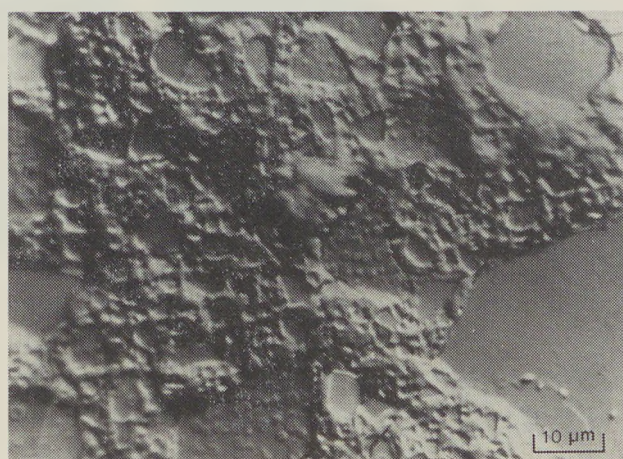
$$* C_{0,70} = (R_0 \times 100) / R_{0,7}$$

ahol $R_0 = 1$ mm vastag anyag fényvisszaverése fekete alapon

$R_{0,70} = 1$ mm vastag anyag fényvisszaverése fehér alapon (a fehér alap fényvisszaverő képessége MgO-hoz viszonyítva 70%).



7. ábra. Fogászati szilikátcement polírozott és maratott felszíne optikai mikroszkóp alatt, Nomarski-féle interferencia feltétellel



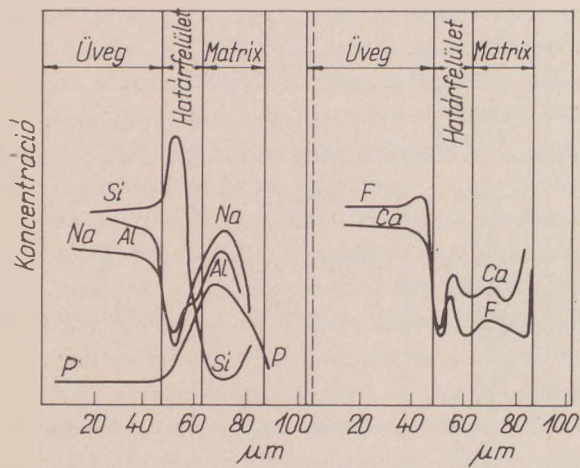
9. ábra. 1250°-on olvasztott G200 üveget tartalmazó ASPA cement polírozott és maratott felszíne optikai mikroszkóp alatt, Nomarski interferencia feltétellel



8. ábra. 1150°-on olvasztott G200 üveget tartalmazó ASPA cement polírozott és maratott felszíne optikai mikroszkóp alatt, Nomarski-féle interferencia feltétellel

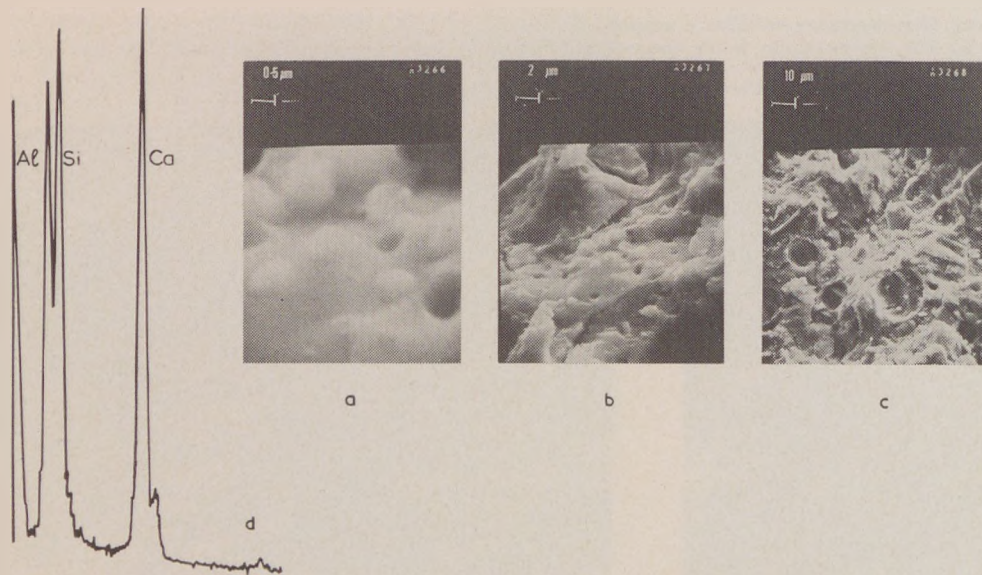
eloszlást mutatunk be az elektron mikroszkóp vizsgálatok alapján. A 10. ábra a fogászati szilikátcement elemeloszlására vonatkozik. Jól látható az ábrából, hogy a szilícium koncentráció az üveg és a matrix közötti határfelületen a legnagyobb, míg magában a matrixban csaknem zérusra esik vissza; ezzel szemben a foszfor szinte teljes mennyisége a matrixban helyezkedik el. Az alumínium, kalcium, nátrium és fluor tartalom általában egyforma mind az üvegben, mind a matrixban, de a kettő közötti érintkezési felületen a koncentráció hirtelen lecsökken.

Az ASPA cement vizsgálatánál már lehetőségünk volt nem diszperzív röntgenelemzés alkalmazására is, valamint a nagyteljesítményű rászter-elektron-

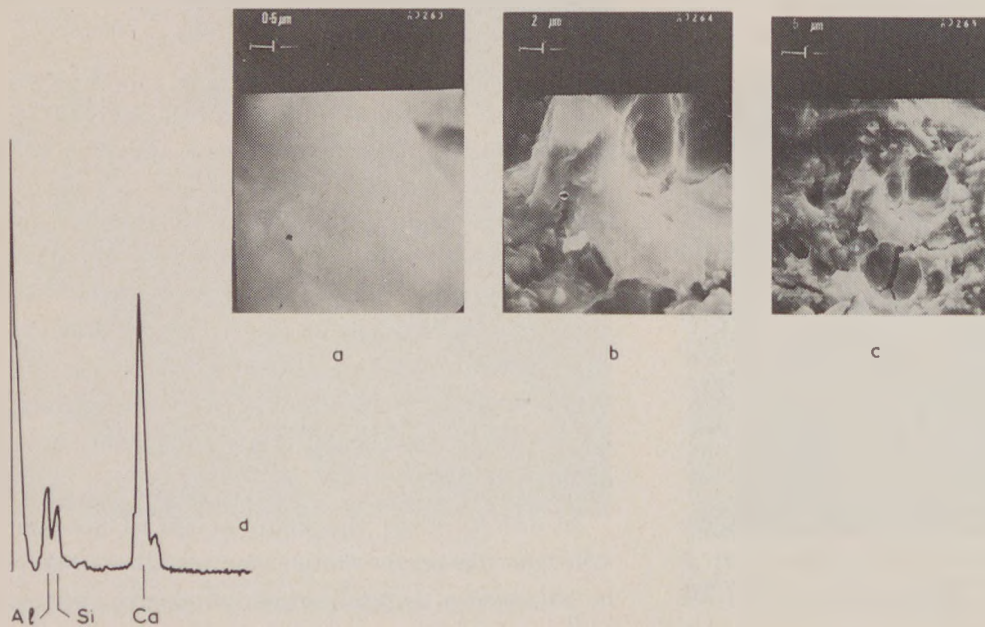


10. ábra. Elemeloszlás fogászati cementekben az üvegrészecskék és a matrix között

mikroszkóp által adott nagyobb felbontóképességet is kihasználhattuk. Nem lehetett azonban lényeges minőségi különbséget kimutatni a különböző hőmérsékleten olvasztott üvegekből készült ASPA cementek esetében. Néhány alkalommal sikerült az üveg és a cement matrix egyes kiemelt területeit megfigyelni: ezt 1150°-on olvasztott üveg esetében végeztük el. Az eredményeket a 11. és 12. ábrában mutatjuk be: a 11. ábrán az üvegrészecskén, a 12. ábrán pedig a matrix egy részecskéjén vettük fel a röntgenspektrumot. A mikrofelvételek közül az A jelű magát a vizsgált területet, B és C jelű pedig a vizsgált terület környezetét mutatja kisebb nagyításban. A relatív csúcsintenzitásokat a 4. táblázatban adjuk meg.



11. ábra. ASPA cement törési felületének elektronmikroszkópi képe és nemdiszperzív röntgenanalízise. Az ábrán látható részlet az 1150°-on olvasztott üvegrészecske elemeloszlását ábrázolja. Jól látható, hogy a kalcium, alumínium és szilícium csúcsmagasság hasonló



12. ábra. ASPA cement törési felületének elektronmikroszkópi képe és nemdiszperzív röntgenanalízise. Ez a kép poli-akrilát matrixot ábrázolja. Viszonylag kevés szilíciumot és alumíniumot tartalmaz

4. táblázat

Az ASPA cement kémiai összetétele energiadiszperzív röntgenelemzés alapján

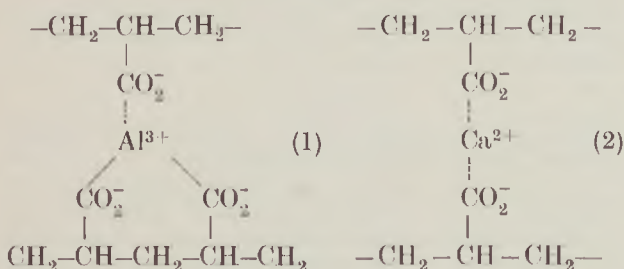
	Al	Si	Ca
Üveges rész ...	2163 (0,85)	2435 (0,96)	2532 (1)
Matrix rész ...	437 (0,34)	347 (0,27)	1285 (1)

A zárójel nélküli számok az illető elemre vonatkozó beütésszámot, a zárójelben levő számok a kalciumhoz viszonyított intenzitás-értékeket mutatja.

Az eredmények értékelése

Nem ismerjük a szilikátcement és az ASPA cement üvegrészének pontos szerkezetét, de az biztos, hogy mindkettőjükre jellemző az, hogy az üvegek hűlése közben kalciumban és fluorban gazdag cseppecskék válnak ki. Az üveg alumínium és szilícium tartalma a cseppecskéken kívül koncentráldódik. Mind a szilikátcement, mint az ASPA cement esetében a szilárdulás azzal kezdődik, hogy a savas oldatból az üvegporsz részébe protonok hatolnak be és ezzel egyidejűleg kationok oldódnak ki az üvegből. A fogászati szilikátcementekre vonatkozó korábbi közleményünk (Wilson és munkatársai, 1972) részletesen foglalkozott e cikk bevezetésében ismerttetett következtetésekkel, valamint azzal, hogy a szabaddá váló ionok hogyan befolyásolják a foszforsav oldatban történő leköttést és megszilárdulást. Ehelyütt az ASPA üveg mikroszerkezeti tulajdonságai és a kötési folyamat közötti összefüggésekkel foglalkozunk és itt részletesen kitérünk az üveg olvasztási körülményeinek hatására.

A jelek arra mutatnak, hogy az ASPA cementek kötése során hasonló a folyamat: a kioldott ionok hatására a poli-karboxilat ionok hosszú láncainak keresztkötései jönnek létre. Az Al^{3+} és Ca^{2+} ionok együtt, vagy külön-külön részt tudnak venni ebben a lánc-, illetve keresztkötés képződésben az (1), (2) képletek szerint jelzett módon, vagy a kettő kombinációjából is.



A 4. táblázatban már bemutattuk a kalcium, ill. alumínium mennyiségét a cement matrixban. Eb-

ből az látható, hogy a kalcium mennyisége akár az alumíniumhoz, akár a szilíciumhoz képest gyakorlatilag háromszoros; ellentétben magában az üvegben levő kalciumnak az alumíniumhoz és a szilíciumhoz való lényegesen alacsonyabb viszonyában. Ebből az következik, hogy a kalcium kötések száma nagyobb, mint az alumínium kötéseké; ez azonban nem jelenti azt, hogy az alumínium ionok beépülése a jóminőségű cement szempontjából lényegtelen volna. Savak hatására ugyanis az üvegből egyes ionok nagyobb valószínűséggel oldódnak ki, mint mások: elsősorban a kalciumdús cseppecskék amorf részéből megy könnyen az ionok kioldása. Ez a megfigyelés azt is megmagyarázza, hogy miért befolyásolja az üvegek olvasztási hőmérséklete olyan nagy mértékben a cement kialakulásának reológiáját. 1200° hőmérsékleten vagy még magasabb hőmérsékleten megolvasztott üvegekben ugyanis az amorf cseppecskék mennyisége jóval nagyobb; és éppen ezek azok az üvegek, melyeknél a keverési idő igen rövid és a szilárdulási folyamat nehezebben tartható kézben. Ilyenkor ugyanis a poli-akrilsav sokkal gyorsabban telítődik kalcium-ionokkal. Az 1150°-on olvasztott üvegekben ezzel szemben a kalcium-fluorid kikristályosodása teljesebb, ennek következtében a keresztkötések képződése jobban szabályozható. Magasabb hőmérsékleten ezenkívül a fluorvesztés is nagyobb; ezekből az üvegekből a kalcium gyorsabban oldódik ki, mint a nagy fluortartalmú üvegekből és mindez a kalcium, ill. alumínium kioldódására is visszahat.

Ezenkívül az olvadákok összetételének kismértékű változása is befolyásolhatja az üvegek szétvált fázisainak összetételét. Hatással van a kivált cseppecskékre és a kristályosodásra a hűtés sebessége is. Lassú hűtés esetén ugyanis a fluorit-kristályok kiválásának kedvező hőmérséklet-tartományában huzamosabb ideig tartózkodik az üveg.

Annak ellenére, hogy az ASPA cementek eddig is beváltották a hozzájuk fűzött reményeket és fogászati fontosságuk egyre nő, szükség van e terület további kutatására, elsősorban arra, hogy az olvasztás és más paraméterek hogyan befolyásolják a keverési folyamatot, vagy a végső tulajdonságokat.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők hálás köszönetet mondanak D. J. Clintonnak az elektronmikroszkópos vizsgálatok elvégzéséért. A kutatás az NRDC megbízásából történt.

I R O D A L O M

BS 3365 számú szabvány: Fogászati szilikátcementek és szilikó foszfát cementek vizsgálata.

Crips és Wilson (1972): megjelenés alatt.

Kent, B. E.—Lewis, B. G.—Wilson A. D. (1973): megjelenés alatt.

Wilson, A. D.—Kent B. E.—Clinton D.—Miller, R. P. (1972): *J. Mat. Sci.* 7. 220.

Wilson A. D.—Kent B. E. (1972): *Brit Dent J.* 132. 133.

Barry, T.—Miller, R. P.—Wilson, A. D.: **Kioldható ionokat tartalmazó üveg mint fogászati cementek alapanyaga**

A szokásos fogászati szilikát cementek, valamint új típusú, kioldható ionokat tartalmazó üvegből álló fogászati cementek előállítására, tulajdonságai és mikrostruktúrája. Mindkét cementféleség szilárdulása során fluortartalmú alumino-szilikát üvegpорок bomlása az első lépés. Ennek során ionok válnak szabaddá, melyek a jelenlévő folyadékba vándorolva azzal reagálnak. A reakció során kötőképes gél képződik, mely mindkét esetben megköti és összefogja a még nem reagált üvegrészecskéket: ez utóbbiak tehát szilárdító töltőanyagként játszanak szerepet.

A szokványos fogászati szilikát-cementek esetén az alkalmazott folyadék foszforsav oldat. A hidratált protonok fokozatosan megtámadják az üvegszemcsék felületét; tapasztalataink arra utalnak, hogy a szilárdulás során az alábbi ionok játszanak szerepet: Al^{3+} , Ca^{2+} , OH^- , PO_4^{3-} és F^- .

A kétféle cement szilárdulása során analógiák, de lényeges különbségek is kimutathatók. Az új fajta cementben folyadékként poli-akrilsavak vizes oldatát használjuk. Ilyenkor is a hidratált protonok teszik szabaddá a kationokat, de a kötés során ebben az esetben a poli-karboxilat ionok hosszú láncai között sóhidak alakulnak ki. Ennek hatására a vizes fázis először ragacos állapotba kerül, majd végül szilárd, átlátszó amorf cementté szilárdul. Mindkét cementféleség esetén a kötés folyamata 2—10 percig tart és mindkét esetben igen nagy a keletkezett anyagok szilárdsága: a szokványos fogászati szilikátcement esetében 200—300 MN/m², míg az új típusú, kioldható ionokat tartalmazó üveg esetében 220 MN/m².

A cementekhez szükséges üveg összetétele nem azonos a kétféle cement esetében, tekintettel arra, hogy a foszforsav, illetve a poli-akrilsav ionok erőssége nem azonos. Mindkét esetben azonban olyan üvegösszetételeket kell választani, melyek a hirtelen lehűtés hatására fázisátválasztást mutatnak; ez az üvegek reakcióképességét biztosítja. A felhasznált üvegek és kész cementek mikrostruktúráját közönséges elektronmikroszkópia, rászter-elektronmikroszkópia, valamint nem-diszperzív röntgenelvezés útján vizsgáltuk. A mikrostruktúrákat egyidejűleg bemutattuk a kétféle cement mechanikai, kémiai, fizikai és klinikai tulajdonságait is.

Barry, T.—Miller, R. P.—Wilson, A. D.: **Steklo, содержащее растворимые ионы, как основной материал зубного цемента**

Получение традиционного зубного силикатного цемента, а также нового типа зубного цемента из стекла, содержащего растворимые ионы, их свойства, микроструктура.

Дается сравнение процессов твердения этих двух видов зубных цемента. В случае традиционного зубного цемента применяемая жидкость—раствор фосфорной кислоты. В случае нового типа зубного цемента в качестве жидкости применяется водный раствор полиакриловых кислот. В ходе твердения описываемых двух видов зубных цемента наблюдаются аналогичные и совершенно различные процессы. В статье дается описание этих процессов.

Время схватывания обоих цемента 2—10 минут, и в обоих случаях образуется материал с высокой прочностью.

Состав стекла, применяемого для цемента, является различным, так как концентрация фосфорной и полиакриловой кислот также различны. Отмечается, что в обоих случаях надо подбирать такой состав стекла, который обеспечивает — в случае быстрого охлаждения — разделение фаз. Последнее обеспечивает реакционную способность стекла.

Микроструктура использованного стекла и готовых цемента исследовалась с помощью электронного микроскопа, растрового электронного микроскопа, а также методом недисперсного рентгеновского анализа. В статье наряду с микроструктурой приводятся также механические, химические, физические и клинические свойства двух видов цемента.

Barry, T.—Miller, R. P.—Wilson, A. D.: **Dentalzemente auf der Basis von Glas mit auslösbaren Ionen**

Die üblichen Dental-Silikatzemente, sowie die Herstellung neuartiger Dentalzemente, die aus Glas mit auslösbaren Ionen bestehen, deren Eigenschaften und Mikrostruktur werden behandelt. Im Zuge der Verfestigung beider Zementarten beginnt der Vorgang mit dem Abbau der fluorhaltigen Aluminosilikat-Glaspulver. Dabei werden Ionen frei, die in die anwesende Flüssigkeit übergehend, mit dieser reagieren. Im Laufe der Reaktion bildet sich abbindefähiges Gel, das die noch nicht reagierten Glasteilchen bindet und zusammenhält; letztere also die Rolle eines festigenden Füllstoffes spielen.

Im Falle der üblichen Dental-Silikatzemente ist die angewandte Flüssigkeit eine Phosphorsäurelösung. Die hydratisierten Protonen greifen die Oberfläche der Glasteilchen fortschreitend an; die Erfahrungen weisen darauf hin, daß im Laufe der Verfestigung folgende Ionen eine Rolle spielen: Al^{3+} , Ca^{2+} , OH^- , PO_4^{3-} und F^- .

Im Laufe der Verfestigung der beiden verschiedenen Zemente können gewisse Analogien, aber auch wesentliche Unterschiede nachgewiesen werden. In dem neuartigen Zement wird als Flüssigkeit die wässrige Lösung von Polyakrilsäuren verwendet. Auch in diesem Fall machen die hydratisierten Protonen die Kationen frei, während dem Abbinden bilden sich jedoch zwischen den langen Ketten der Polykarboxylat-Ionen, Salzbrücken. Dadurch gerät die wässrige Phase vorerst in einen klebrigen Zustand und verfestigt sich schließlich zu einem festen, durchsichtigen, amorphen Zement. Bei beiden Zementarten spielt sich der Vorgang des Abbindens binnen 2 bis 10 Minuten ab und die Festigkeit der entstandenen Stoffe ist in beiden Fällen sehr hoch: im Falle des herkömmlichen Dental-Silikatzementes 200 bis 300 MN/m², im Falle des neuen, auslösbaren Ionen enthaltenden Glases 220 MN/m².

Die Zusammensetzung des, für die Zemente nötigen Glases ist in den zwei verschiedenen Zementen nicht gleich, da die Stärke der Phosphorsäure-, bzw. Polyakrilsäure-Ionen verschieden ist. In beiden Fällen sind jedoch solche Glaszusammensetzungen zu wählen, die bei plötzlichem Abkühlen eine Phasentrennung zeigen; was die Reaktionsfähigkeit der Gläser gewährleistet. Die Mikrostruktur der angewandten Gläser und der fertigen Zemente wurde mittels gewöhnlicher Elektronenmikroskopie, Raster-Elektronenmikroskopie und nichtdispersiver Röntgenanalyse untersucht. Mit den Mikrostrukturdaten werden zugleich die mechanischen, chemischen, physikalischen und klinischen Eigenschaften der beiden Zementarten gezeigt.

Barry, T. I.—Müller, R. P.—Wilson, R. P.: **Dental Cements Based on Ion Leachable Glasses**

Some aspects of the preparation, properties and microstructure of both conventional dental silicate cements and a novel glass-ionomer cement are described and compared. The hardening processes of both cements are initiated by the breakdown of fluorine-containing aluminosilicate glass powders, releasing ions which migrate into, and react with, the liquids. This reaction gives rise to a cementing gel which, in both cases, sets

and binds unreacted glass particles which function as reinforcing fillers. In the case of the traditional dental silicate the liquid used is a phosphoric acid solution. Hydrated protons progressively erode the surface of the glass particles and the evidence suggests that the principal ions involved in the setting reaction are Al^{3+} , OH^- , PO_4^{3-} , Ca^{2+} and F^- . These ions differentiate and the Al^{3+} , OH^- and PO_4^{3-} undergo a pH dependent polymerisation while the Ca^{2+} and F^- become preferentially associated, sometimes crystallising as CaF_2 . There are analogies as well as fundamental differences in the setting reaction of the new glass-ionomer cement (ASPA) which uses aqueous solutions of polyacrylic acid as the liquid. Hydrated protons again liberate cations but the mechanism of setting in this case is by the formation of salt bridges between the long chains of polycarboxylate ions. This causes the aqueous phase to gel, pass through

a putty-like stage and finally set to a hard translucent amorphous cement. With both types of cement this process is complete within 2–10 minutes and the fully developed compressive strengths are comparable (200 MN/m² for the glass-ionomer material; 200–300 MN/m² for the dental silicates). In both cases the glass compositions are such as to produce phase separation in the quenched glasses. The possible significance of this for the reactivity of the glasses and as a factor influencing the course of the cementing process is discussed. Microstructural features of the glasses and cements revealed by replication, transmission and scanning electron microscopy are shown, and electron spectroscopical data on element distributions within the glasses and between the glass particles and gel matrices will be presented. Comparative data on the two cements are given.

Egyesületi élet

Új üvegyipari szakcsoport Vácott

Salgótarján, Orosháza és Sajószentpéter után az Egyesült Izzó váci üvegyárában is tudományos helyi szakcsoport alakult, amely szintén a Szilikátipari Tudományos Egyesület irányelvei szerint fog működni. A csoport 20 tagot számlál. Az ünnepélyes alakuló ülésen megjelent az Egyesület képviselőjében *Mészáros Zoltán*, a SZIKKTI igazgatóhelyettese, valamint *Déry Attila*, az Egyesület Külső Bizottságának vezetője.

Az alakuló ülést *Bolyoczky János*, a műszaki brigád vezetője nyitotta meg, majd *Kerényi László* gyárigazgató az V. ötéves terv beruházási programjáról tartott tájékoztatót.

Hangsúlyozta, hogy a megalakult csoport szakmai segítségére elsősorban a kemence átépítés irányításánál, s az akkor történő földgázüzemelésre való átállásnál számíthatnak.

Ezután *Déry Attila* üdvözölte az Egyesület nevében az immár negyedik vidéki üveg-szakcsoport megalakulását. Ismertette a csoport működési feltételeit, s rámutatott arra, hogy milyen lehetőségek vannak az Egyesületen belül az eredményes tudományos és műszaki munkához. Helyeselte, hogy a tudományos csoportban

olvasztárok, kemencekőművesek is helyet kaptak.

Végül *Gallé Gábor*t az üveg-szakcsoport elnökének, *László Attilát* pedig titkárnak választották meg.

Az alakuló ülést fogadás, majd közvetlen baráti beszélgetés követte.

László Attila

Egyesületünk Durvakerámiai Szakosztályának *kaposvári csoportja* 1974. XII. 4–5-én két-napos tanulmányutat szervezett, amelynek folyamán a résztvevők megtekintették a Solymári Téglagyárat és az Épületkerámiaiipari Vállalat központi telepét.

A Solymári Téglagyárban a próbagyártást néhány nappal azelőtt kezdték meg. *Balogh Lajos* üzemvezető tájékoztatta a csoportot a gyár beruházási programjáról és a beépített gépek főbb jellemzőiről. A beruházás 1969. évben kezdődött 272 mill. Ft tervezett költséggel. A tervezett termelés 34 mill. téglá és 33 mill. cserép. A beépített gépek között olasz, NDK, NSZK, osztrák és magyar gépgyárak gépei találhatók. A csoport nagy érdeklődéssel tanulmányozta a bányaföld-kitermelést (osztrák gép) és a magas-

fokú automatizáltságot a szárító-nál és a kemencénél. Látogatás után a tanulmányút résztvevői számos kérdést tettek fel a bányaműveléssel, a munkaerő ellátással és a szakképzettséggel kapcsolatban.

A Durvakerámiai Szakosztály *kaposvári csoportja* XII. 30-án kibővített vezetőségi értekezletet tartott. Az értekezleten részt vettek a vállalat gazdasági vezetői is. *Fehér József* igazgató, a csoport elnöke, az 1975. évi program ismertetésénél kitért azokra a főbb gazdasági intézkedésekre, amelyek a csoport tennivalóját is egyben megszabják. *Keller Antal* titkár az 1974. évi munka értékelése után köszönetet mondott azon aktívoknak, akik nagyban segítettek a csoport munkáját. Ezután *Kováts Antal*, *Keresztes Sándor*, *Horváth Lászlóné* és *Ciráki N. Katalin* számoltak be a csoport 1974. évi kiemelkedő rendezvényeiről. A beszámolók után sok javaslat és bírálat hangzott el.

Keller Antal

HELYREIGAZÍTÁS

Az Építőanyag 1975. 3. számában megjelent *Bálint Pál—Mattyasovszky Zsolnay Tamás: Winkler-féle háromszög-diagram alkalmazása agyagok és masszák minősítésére* cikkben az 5., 7., 10., 11., 12. ábrák sajnálatos módon felcserélődtek. Helyesen: az 5. ábra szövege fölé a 7. ábra, a 7. ábra szövege fölé a 5. ábra, a 10. ábra szövege fölé a 12. ábra, a 11. ábra szövege fölé a 10. ábra, a 12. ábra szövege fölé a 11. ábra helyezendő.

Az építési kerámia területén a Szovjetunióban végzett kutatások néhány eredménye

Az építési kerámiaipar a Szovjetunióban az utóbbi években két irányban fejlődött. Az első a termelés intenzifikálása: a termékek szárítási és égetési idejének csökkentése, az egyes technológiai műveletek korszerűsítése, a nehéz fizikai munkát igénylő folyamatok gépesítése.

A másik: elvileg új technológiai folyamatok kidolgozása, teljesen újszerű, nagy hatékonyságú berendezések létrehozása.

Az utóbbi években egész sor kutatási, tervezési, ill. szerkesztési munka zárult le, amelyek a kerámia lapok, egészségügyi kerámiák, csatornázási csövek, ill. saválló termékek gyártására szolgáló új, korszerű berendezések és automatizált gyártósorok bevezetésére szolgáltak.

A kutatások olyan szalagrendszertű egycsatornás csempegyártást tettek lehetővé, melynél a következő nagyteljesítményű gépegységeket alkalmazták: porlasztásos szárítótornyokat a présor előkészítésére, szárító és szárító-mázázó konvektorokat a mázázásra és egycsatornás réskemencéket görgős, vagy rácsos aljjal, a termék gyors égetéséhez.

A különböző kerámiai csempefajták gyártására szolgáló gépsorok kidolgozását elősegítette a NIISztrojkeramika intézetben a kerámiai masszák porlasztásos szárítására kialakított technológia. Ilyen berendezések alkalmazásával kiküszöbölhető a szűrőprések mellett, valamint a lepények szárításakor végzendő fizikai munka és a présor örlése, ill. szitálása. A présor előkészítésének folya-

mata 8—12 órától 1—4 percre rövidül le, csökken a gyártóüzem helyigénye, növekszik a termelés kulturáltsága és stabilizálódnak a présor paraméterei.

A Szovjetunióban kialakított, porlasztásos elven működő szárítótornyok szerkezete több műszaki-gazdasági mutatószám tekintetében felülmúlja az ismert „Dorst”, ill. „Niro-Atomizer” cégek által gyártott szárítótorny típusokat.

A szovjet üzemekben megbízhatóan működnek a különböző teljesítményű szárítók mind gáz, mind pedig folyékony fűtőanyag tüzeléssel.

A csempek gyorsszárítási és égetési technológiájának, valamint a gyorségetési célokat szolgáló görgős réskemencéknek és szállítórostélyos kemencéknek a kidolgozása képezte alapját a csempegyártó gépsorok tervezésének is. Ezek gyökeresen megváltoztatják a csempek gyártástechnológiáját és lehetővé teszik a munkaráfördítés csökkentését a termékek minőségének egyidejű javulása és a gyártási hulladék mennyiségének csökkentése mellett.

A csempegyártás technológiai rekonstrukciója teljesen a folyamatos gyártósorokra épül. A kerámiaipar több gyárában jelenleg működő gépsorok a gyakorlatban már igazolták az új eljárás előnyeit a korábban elterjedt alagút-kemencés technológiákkal szemben. Már az indulási időszakban sikerült ezeknél a gyártósoroknál javítani a csempek minőségét a korábbiakhoz képest és ugyanakkor kb. $\frac{1}{3}$ -ával csökkenteni a keletkező gyártási hulladékot.

A Szovjetunió üzemeiben működő kerámialap-gyártó gépsorok fontosabb adatai

Sorszám	Gyártott termék	Teljesít- mény, ezer m ² /év	A gyár- tósor hossza, m	Tüzelő- anyag	Fajlagos gázfelhasz- nálás, Nm ³ /m ²	Fajlagos villamos- energia, kWó/m ²	Kiszolgáló személyzet létszáma, fő/műszak
1.	Falburkoló csempe	250	86	gáz	2	0,7	4—5
2.	Padlóburkoló lap	200	78	gáz	3,5	0,7	3—4
3.	Padlóburkoló lap	400	113	gáz	3	0,8	4—5
4.	Homlokzati burkolólap	100	40	gáz	3	0,2	3
5.	Homlokzati burkolólap	100	42	vill. fűtés	—	15	3
6.	Homlokzati burkolólap	200	50	gáz	2,6	1,3	3

Jelenleg a Szovjetunióban az 1. táblázatban kimutatott típusú gyártósorok működnek. Ezekon állítják elő a kerámiai lapok kb. 25⁰/₀-át.

Az említetteken kívül kidolgozták és megvalósították az 500 ezer m²/év teljesítményű falburkoló csempét és a 200—300 ezer m²/év teljesítményű homlokzati burkoló lapot gyártó, nagyteljesítményű gépsorokat is.

Folytatódik a gépsorok egyes gépeinek és berendezéseinek, ill. azok alkatrészeinek tökéletesítésére irányuló munka. A szerkesztők, tudósok és a termelésben dolgozók állandóan javítják a mázfelhordó és a laptisztító gépek szerkezetét. Kutatásokat végeznek a tartósabb, nagy hőállóságú, nem fémes görgők anyagának keresésére, új, gazdaságosabb rácsos kemencealj konstrukciókat stb. dolgoztak ki.

Emellett vizsgálatokat végeznek az alacsony olvadáspontú maszszák és mázak összetétel-választékának bővítése céljából új, könnyen hozzáférhető nyersanyagfajták felhasználásával.

A kutatások másik célja a különleges minőségű kerámiai lapok — nagyméretű padlóburkoló lapok, mázas és mázatlan, márvány-, ill. porfirmintás, valamint ornamentals díszítésű, szteriográfós bevonatú lapok, csempék folyamatos, szalagrendszerű gyártásának megvalósításra. A csempegyártás komplex automatizálása terén fontos előrelépés lesz az osztályozó- és csomagoló automaták üzembehelyezése, melyek konstrukcióját jelenleg alakítják ki a kutatóintézetek.

Az egészségügyi kerámia termékek gyártásának területén folyó kutatások szintén a termékek formázásakor és mázazásakor előfor-

duló nehéz fizikai műveletek gépesítésére és automatizálására irányultak.

Az 1971—72. években dolgozták ki az egészségügyi kerámia termékek mázázó szalagjainak szerkezetét. Ezek levegő-, vagy tárcsás porlasztásos elven működnek, miáltal alapvetően megváltozik a mázázás technológiája. Az első mázázó szalag prototípusok üzemeltetési tapasztalatai bebizonyították azok fölényét a kézi mázázással szemben és lehetővé tették az első osztályú áruk arányának növelését, a munka termelékenységének 50⁰/₀-os emelését és a dolgozók munkájának jelentős könnyítését. A mázázási művelet gépesítése megszüntetett több mázázásból eredő termékhibát is, miáltal javult az egészségügyi áruk mázbevonatának minősége és növekedett az első osztályú termékek részaránya.

A Szovjetunióban kidolgozás alatt áll az építési egészségügyi kerámia termékek gyártásának elvileg új technológiája, mely a félszáraz massa hidrosztatikus préselésén alapszik.

Jelenleg folyik annak a gyártósornak a tervezése, melyen az egészségügyi termékeket hidrosztatikus préseléssel fogják előállítani. A gyártósor többek között porlasztásos szárítóból, présberendezésből, szárító konvejből, mázázó szalagból és kemencéből áll.

Igen nagyarányú kutatást végeztek a porcelánból készült egészségügyi termékek technológiai paramétereinek kidolgozása és üzemi bevezetése terén is.

A kerámiai lapok, csempék és egészségügyi termékek új gyártástechnológiája akkor lesz a leghatékonyabb, ha sikerül megoldani a nyersanyag-előkészítés komplex gépesítésének és automatizálásának feladatát.

E célból a Szovjetunióban kidolgoztak egy folyamatos üzemű agyagiszapoló berendezés típust, melyből néhány egység már jó eredménnyel üzemel építési kerámiagyártó üzemekben. Üzemi próbák folynak már a soványító adalékanyagok folyamatos őrlésére szolgáló sugármalmokkal is.

A korábbi kutatási eredmények üzemi megvalósításának következményeképpen a kerámiai csatornázási csövek gyártásának műszaki színvonala jelentősen emelkedett. Az üzemekben az utóbbi években végrehajtott műszaki intézkedések között említésre méltó a szárító-pihentető és mázázó szalagok beállítása a függőleges formázóberendezésekkel, billentő- és egyéb szerkezetekkel együtt.

A csatornázási csövek gyártástechnológiájának korszerűsítése és folyamatos gyártósor létrehozása terén folyó munka fő iránya jelenleg a félszáraz és száraz agyagdúsítás mellett a samottos maszszák automatizált előállításának kidolgozása. Ehhez olyan, a szárítási és őrlési folyamatot egyesítő szárítóaknás kalapácmalmokat és egyéb berendezéseket alkalmaznak, melyek feleslegessé teszik a samottkészítés korábbi elavult technológiáját (brikettkészítés, törés, őrlés, szítálás).

Az ilyen berendezések ipari alkalmazásával gyökerében megváltoztatható a kerámiai csövek gyártástechnológiája és lehetőség nyílik a minimális mennyiségű kézi munkát igénylő gyártósoros eljárás bevezetésére a kerámiai csempék szalagrendszerű, folyamatos gyártásához hasonlóan.

Kanajev N. K.

Építéskerámiai Kutató Intézet,
Moszkva

Porcelántervező művészek kiállítása



1. ábra. Torma Istvánné: Fondue készlet (Főfoto)

Az Iparművészeti Tanács „Művész az Iparban” című kiállításai során decemberben a hollóházi Porcelántervezők közül Veress Miklós, Torma Istvánné, Szonntag Éva és Seregély Márta munkáit mutatta be az Iparművészeti Múzeumban.

A kiállításnak mind a szűkebb szakma, mind a nagyközönség köreiből sikere volt. A bemutatkozó művészek mesterei az Iparművészeti Főiskolán Borsos Miklós, majd Gádor István voltak; már itt olyan indíttatást kaptak, amely az iparral való szorosabb kapcsolatra inspirálta őket.

Másfél évtizede dolgoznak együtt. Kezdetben a FIM Kőbányai Porcelángyárához tartoztak, később a Hollóházi Porcelángyár-

ban folytatták — és folytatják ma is — alkotó munkájukat. Ők voltak az elsők a szakmában, akik vállalták a nagyipari gyártás tervekkel való ellátását. Hajlandók voltak egyéni elképzeléseiket, fantáziájukat az ipari termékek javításának szolgálatába állítani, elősegítve az „esztétikai minőség” fogalmának széles körű megértését. Ez nem kis áldozatokkal és nehézségekkel járt, hiszen a művészi — ipari, azaz design jellegű tervezés akkoriban hazánkban nem volt közzismert alkotói módszer, sem termelési igény. Mégsem véletlen, hogy elsők közt volt a porcelánipar, az ipari tervezőművészek alkalmazása terén.

A porcelánipar egyike azoknak



2. ábra. Szonntag Éva: Mokkás készlet (Főfoto)

az iparágaknak, melyek keletkezésük pillanatától kezdve szoros kapcsolatban állnak a művészi tervezéssel. Ez a kapcsolat ma, a korszerű nagyipari termelés viszonyai között sem szűnt meg, sőt, azoknak megfelelően átalakulva tovább él. A művészi formálásnak napjainkban szélesebb körű az alkalmazása, nagyobb a szerepe, mint valaha, — de más az értelmezése és az alkotói módszer.

Körütekintve a kiállításon, melyet az Iparművészeti Tanács rendezett Seregély Márta, Szonntag Éva, Torma Istvánné és Veress Miklós hollóházi porcelán-tervezők munkáiból, megállapítható, hogy miben rejlik ennek a megváltozott művész-ipar kapcsolatnak a lényege. Hiányzanak ugyanis a kiállításról a lehetőfinom porcelánba öntött tüllszoknyás rokokó hölgyecskék, vagy a dús formákban és dekorokban szinte tobzódó, megszámlálhatatlanul sok darabból álló étkészletek. Csak olyan alkotásokat láthattunk, amelyek maradéktalanul megfelelnek a használati céloknak, akár étkezési, akár tárolási, akár díszítő funkciót töltenek be. A díszítések, festések szükséztűk és mértéktartóak, a formák egyszerűek, az arányok meggondoltan kiegyensúlyozottak, s a tárgyegyüttesek kellemesen illeszkednek a mindenkori környezetükbe. Vajon a hibátlan porcelánanyag fedetlenül hagyott fehérsége, a szakmai bravúrokat követelő tüllszoknyák, barokkos edényfülek, rózsaalakú fogantyúk elmaradása elszegényedést jelent-e? Egyáltalán nem. Ellenkezőleg, ez a keresett egyszerűség igen magas fokon álló igényesség kifejezője. A festetlen porcelán az anyag hibátlanságával kérkedik, a fülek íve és vastagsága a sorozatgyártásban elérhető maximális pontosságot kívánja, a készletek összeállítása a többrétű igények alapos és pontos ismeretén. értékelésén alapszik. Megtalálhatóak a mai városi ember életvitelének lenyomatát viselő tálalóedények, melyek segítségével a sietve bekapott reggelit, vagy a családtagoknak kénytelenségből külön-külön időben feltálatl ebédet, vacsorát ízletesen, egészségesen, étvágykel-

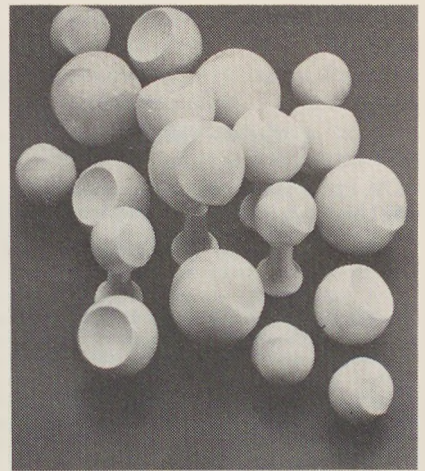
tően lehet adagolni. Torma Istvánné fagyaltos készlete, fondue-készlete közvetve a szabadidő eltöltését, a szórakozás kultúráltabbá tételét segíti. Szonntag Éva falraakasztható bögréi a népi hagyományokat a természetes használhatóság felől közelítik meg, s mentik át a mába. Seregély Márta munkáiból kiemelkedően szépek és eredetiek a virág-bimbókat, tavirózsákat stílizáltan idéző épületplasztikák, melyek leginkább közösségi épületek terméibe valók, növényekkel, kavicsokkal, kis belső vízmedencével elrendezve. Veress Miklós padlózásai, kerti plasztikái szép kiegészítő gyakorlatai az asztali edénytervezői munkának. Tehát kifejeződik mai életünk számtalan vetülete, éppúgy, mint ahogy a művészetben mindig is kifejeződött a kortárs emberek szemlélete, szükséglete, élete. S ha egy művészi tárgyról ennyire vissza lehet olvasni korát, az a tárgy létezését indokolja, létjogosultságát a benne kielégült igények által igazolja.

Dicséri a művészi előrelátást az a tény is, hogy a bemutatott mintadarabokban megtestesülő tervek mind izlésbelileg, mind technológiailag, mind a használhatóság szempontjából előremutatóak. Ez a tény az új tartalommal telítődött művész-ipar kapcsolatban nem az intuíció függvénye már, hanem sokkal nagyobb arányban a tudományosságig tudatos, a kutatásokon és kísérleteken alapuló formaalkotás fáradságos munkájának eredménye.

Mivel nem egyedi darabokról van ma már szó, hanem milliós-nagyságrendű, gépi tömegtermelésről, jelentősen kiterjedélyesedett a vásárló terület, s a művészek nem egy darabért, hanem százezer általa tervezett tárgyért kell felelősséget vállalnia. Számonkérhetik azok használhatóságát, gazdaságos előállíthatóságát, használati értékét és izlésbeli színvonalát egyaránt.

A hollóházi művészek abban a helyzetben vannak, hogy munkájuk eredményét bátran vállalhatják, s a mindenfelől hangzó elismeréseket büszkén könyvelhetik el.

Dárday Nikolett



3. ábra. Seregély Márta: Épületplasztika (Főfoto)



4. ábra. Veress Miklós: Padlózás (Főfoto)

PÁLYÁZAT

1975. évi kutatási jutalmakra

A Magyar Tudományos Akadémia pályázatot ír ki a távlati tudományos kutatási terv kutatási főirányában elért jelentős eredmények jutalmazására.

A Magyar Tudományos Akadémia elnöke 1/1975. MTA—E sz. utasításának megfelelően pályázhatnak tudományos kutatók és egyetemi oktatók, ill. kollektívák, továbbá kutatással foglalkozó más szakemberek függetlenül attól, hogy milyen munkahelyen dolgoznak.

A pályázatban — két évnél általában nem régebbi — nyomtatásban megjelent tanulmánnyal vagy közlésre alkalmas kéziratral (kivételesen kutatási zárójelentéssel) lehet részt venni, függetlenül attól, hogy az adott kutatás a távlati terv keretében indult-e meg, vagy csak a munka folyamán kapcsolódott hozzá.

A kutatási jutalom az eredmény jelentőségétől függően egyéni pályázó esetében 5000—15 000 Ft, kutatói kollektívák esetében 6000—35 000 Ft.

Nem részesíthetők a fenti jutalomban:

- az Akadémia tagjai, a kutatóintézetek igazgatói, a tanszéki akadémiai kutatócsoportok vezetői;
- akik az adott kutatási tevékenységért a munkabéren és jutalékain, illetve a már megjelent tanulmány szerzői díján kívül más ellenértékben (kutatási szerződési, szakértői, újírtási, szabadalmi díjban, kutatási eredményért kapott külön jutalomban stb.) részesültek;
- kutatási jutalomban már részesített, vagy ezzel kapcsolatban már érdemben elbírált pályamunkák, kivéve ha az elbírálás óta elért számottevő új tudományos eredményt tartalmaznak.

Országos szintű kutatási főirányok

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA gondozásában

1. Szilárdtestek kutatása
2. Az életfolyamatok szabályozásának mechanizmusa
3. A közigazgatás fejlesztésének komplex tudományos vizsgálata
4. A szocialista vállalat

A NEHÉZIPARI MINISZTERIUM gondozásában

5. Biológiaiul aktív vegyületek kutatása

AZ OKTATÁSI MINISZTERIUM gondozásában

6. A köznevelés fejlesztését szolgáló pedagógiai kutatások.

Tárcaszintű kutatási főirányok

(amelyek nem azonosak az országos főiránnyal)

A BELKERESKEDELMI MINISZTERIUM gondozásában

1. Lakossági fogyasztási, keresleti tendenciák
2. A kereskedelem fejlesztésének hosszútávú koncepciója
3. Vállalatok, szövetkezetek szervezetének és tevékenységének racionalizálása

AZ EGÉSZSÉGÜGYI MINISZTERIUM gondozásában

1. Számítástechnika alkalmazása az orvostudományban és az egészségügyben
2. A lakosság védelme a természetes és mesterséges környezet (bioszféra) káros hatásaitól (főleg orvosi vonatkozásban)
3. Perinatális mortalitás csökkentésére irányuló kutatás
4. Transzplantációs munkálatokat előkészítő kutatás
5. Tömegesen elterjedt betegségek epidemiológiájának kutatása
6. Daganatok ethiopathogenesise és terápiája

A távlati terv kutatási főirányai:

7. Sérülések pathológiája és ellátása
8. Radioizotópok orvosi alkalmazása
9. Genetikai kutatások

A KÖZPONTI FÖLDTANI HIVATAL gondozásában

1. Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása

A KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL gondozásában

1. Társadalmunk rétegződésének alakulása és az életmód változása

ORSZÁGOS TESTNEVELÉSI ÉS SPORHTIVATAL gondozásában

1. A népesség fizikai erőnlétének fejlesztése és fenntartása a testkultúra eszközeivel

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA gondozásában

1. A számítástechnika alkalmazásai (kivéve az orvostudományi alkalmazásokat)
2. Az ember természeti környezetének védelme (főleg a bioszféra megváltoztatása szempontjából)
3. Gazdaságpolitikánk tapasztalatainak elemzése; javaslatok a továbbfejlesztésre
4. Középtávú világgazdasági prognózis, különös tekintettel a népgazdasági tervezés szempontjaira
5. A tudományos-technikai forradalom mint világtörténelmi folyamat a kapitalizmus és szocializmus viszonyai között. (A tudományos-technikai forradalomra való felkészülésünk tudományos megalapozása.)
6. A társadalmi tudat fejlődése Magyarországon a felszabadulás óta.

A MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERSZÜGYI MINISZTERIUM gondozásában

1. A kemizálás és a biológia alapösszefüggéseinek kutatása

A pályázatnak tartalmaznia kell:

1. A pontosan kitöltött pályázati űrlapot (beszereshető: az MTA Tudományos Testületi Titkárságán Bp. V., Münnich F. u. 7. sz. alatt, az egyetemek rektori hivatalaiban, továbbá akadémiai- és ipari kutatóintézetekben).

2. A kutatási eredményt tartalmazó tanulmányt (közlésre alkalmas kéziratot). Szükség esetén a kutatási főirányért felelős tárcák koordináló bizottságai adnak felvilágosítást arra nézve, hogy az adott pályamunka, tematikája alapján melyik főirányhoz tartozik.

A pályázatot (tanulmányt és pályázati űrlapot) 1975. május 30-ig kell a kutatóhely vezetőjéhez benyújtani, aki a pályázati űrlapra felveszeti szakvéleményét, és a pályázatot június 15-ig továbbítja az Akadémia Tudományos Testületi Titkárságának.

Az előírt határidő után, vagy hiányosan, továbbá nem kellően rendezett alakban benyújtott pályázatok nem vehetők figyelembe. A már benyújtott pályázati anyagot kiegészíteni, vagy módosítani nem lehet.

A kutatási jutalmak kiosztására december hó második felében kerül sor.

A kutatási jutalomban részesített pályamunkákat az MTA — főirányért felelős tárcavélemények figyelembevételével — szabadon hasznosíthatja.

Budapest, 1975. február hó 15.

A Magyar Tudományos Akadémia
Elnöksége

2. A vízgazdálkodás alapösszefüggéseinek kutatása
3. A zöldségtermesztés biológiai és gépesítési alapjainak kutatása
4. A szőlőtermesztés biológiai alapjainak kutatása
5. Kertészeti növények genetikája és nemesítési módszereinek fejlesztése
6. A háziállatok fertőző és nem fertőző betegségei elleni védekezés komplex rendszabályait megalapozó kutatások
7. Hazai és külföldi növényfajták gyűjtése, megőrzése, cseréjük szervezése
8. A mezőgazdasági vállalatok ökonomiai kérdéseinek kutatása
9. Állami gazdaságok és termelőszövetkezetek vezetés fejlesztése
10. Az élelmiszergazdaság közigazdasági szabályozórendszerének fejlesztése
11. Az élelmiszergazdaság jelentőségének, makroökonómiai törvényszerűségeinek feltárása, tervezési módszereinek tökéletesítése
12. Főbb mezőgazdasági ágazatok ökonomiai sajátosságainak feltárása, továbbfejlesztése
13. A mezőgazdasági nagyüzemek vállalati mechanizmusának és gazdaságpolitikai üzemi hatásának vizsgálata
14. Az élelmiszergazdaság egyes ágazatának fejlesztési koncepció kialakításához módszerek, prognózisok kidolgozása
15. Közgazdasági befolyásoló eszközök és módszerek hatásának vizsgálata (a mezőgazdaságban és élelmiszeriparban)
16. Korszerű vállalati szervezés és módszerek kutatása (a mezőgazdaságban és élelmiszeriparban)

A MUNKAÜGYI MINISZTERIUM gondozásában

1. A munka társadalmi, gazdasági összefüggései.

Lapszemle

CEMENT,

Leningrád, 1974. 12. sz.

ETO:666.94.015.26

Ul'janov, A. A.—Tihonov, B. A.:

Szulfáttartalmú melléktermékek mineralizátorként való felhasználása. 13. old.

Ismerteti azokat a laboratóriumi és üzemi kísérleti eredményeket, melyek során a kalusszki kémiai-fémkohászati kombinátban keletkező szulfáttartalmú melléktermékek égetése során tapasztalható mineralizáló hatását igazolják. A melléktermékek felhasználásával jelentősen javítható a klinker minősége, és csökkenthető a tüzelőanyagfelhasználás. A melléktermék 60–75%-ában félhidrátból áll. A nyersliszthez adagolt mennyiség 5–6%.

ETO:666.94.015.26:666.942.8

Bozsenov, P. I.—Holpova, L. I.: *A színezőionok hatása a színescement klinkerek égetési folyamatira.* 14–16. old.

Ismerteti a színescement klinker gyártásánál alkalmazott krómoxid színezőanyag optimális adagolásának meghatározására irányuló kísérletek eredményeit. Megállapítja, hogy mind a klinkerképződés, mind a színezőkép-

pesség szempontjából a 0,3% Ca_2O_3 mennyiség adagolása az optimális. Igazolja, hogy mind a klinkerképződésre, mind a színezőhatásra vonatkozóan jelentős hatású a háromértékű króm határértékűvé való átalakulása.

ETO:666.94.016:546.31

Bernstejn, L. A.—Fedorjakin, B. F.: *Hatékony módszer a klinker alkálitartalmának csökkentésére.* 18. old.

Ismerteti azokat a kísérleteket, melyeket a Dusanbinszki Cementgyárban végeztek a kis alkáli-tartalmú nyersiszapok előállítási technológiai sémájának meghatározása érdekében. A kísérletek eredményeképpen a nyersiszap alkáli-tartalmát 3,5%-ról 2,1%-ra, a klinkerét pedig 1,2%-ról 0,6%-ra sikerült csökkenteni, ami jelentős cementminőség javulást eredményezett.

ETO:666.94.014:546.224

Bogdanova, I. V.—Nefed'eva, M. K.: *A foszforgipsz és a klinker SO_3 -tartalmának meghatározása kationitos módszerrel.* 19. old.

Ismerteti a GIPROCEMENT-ben és a Katav-Ivanovoi Cementgyárban végrehajtott azon laboratóriumi kísérletek eredményeit, melyek a cement SO_3 tartalom meg-

határozásának új, hatékony módszerének kidolgozására irányultak. Összehasonlítja a különböző analitikai eljárásokkal végzett kémiai elemzések eredményeit, és megállapítja, hogy a kidolgozott kationitos módszer pontossága kielégíti az analitikai és gyakorlati követelményeket.

SILIKATTECHNIK,

Berlin, 1974. 12. sz.

ETO:666.94.052.2

Richter, L.—Bornschein, G.: *Örleési segédanyagok alkalmazásával szerzett üzemi tapasztalatok.* 399–401. old.

Az örleési segédanyagok hatása lehet: 1. a malomkihozatal növekszik azonos örleési finomság mellett, 2. azonos malomkihozatal mellett nagyobb örleési finomság. Az NDK cementüzemeiben szerzett tapasztalatok. Az átmenő örlelésnél a segédanyagok az agglomerációs hajlamot az utolsó malomszakaszban akadályozzák. Körfolyamatos örlelésnél a segédanyagok nem befolyásolják a végtermék finomságát. A finomságot az osztályozó paraméterei szabják meg. A finomabb örleés, valamint az anyagnak a nagyobb diszperzitás következtében javult osztályozódási viselkedése csökkenti a körbefutó anyagmennyiséget, ami lehetővé teszi az elsődleges feladás növelését. A körfolyamatos malomban nagyobb kihozatal érhető el, mint az átmenő malmoknál, ugyanakkor az örleési finomság változatlan marad.

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

1368 Budapest VI., Anker köz 1–3.

Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Siklósi Norbert

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest VII., Lenin krt. 9–11.

Telefon: 221-285. Levélcím: 1906. Postafiók 223.

75. 4., 4240 Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16.

F. v.: Povárnay Jenő.

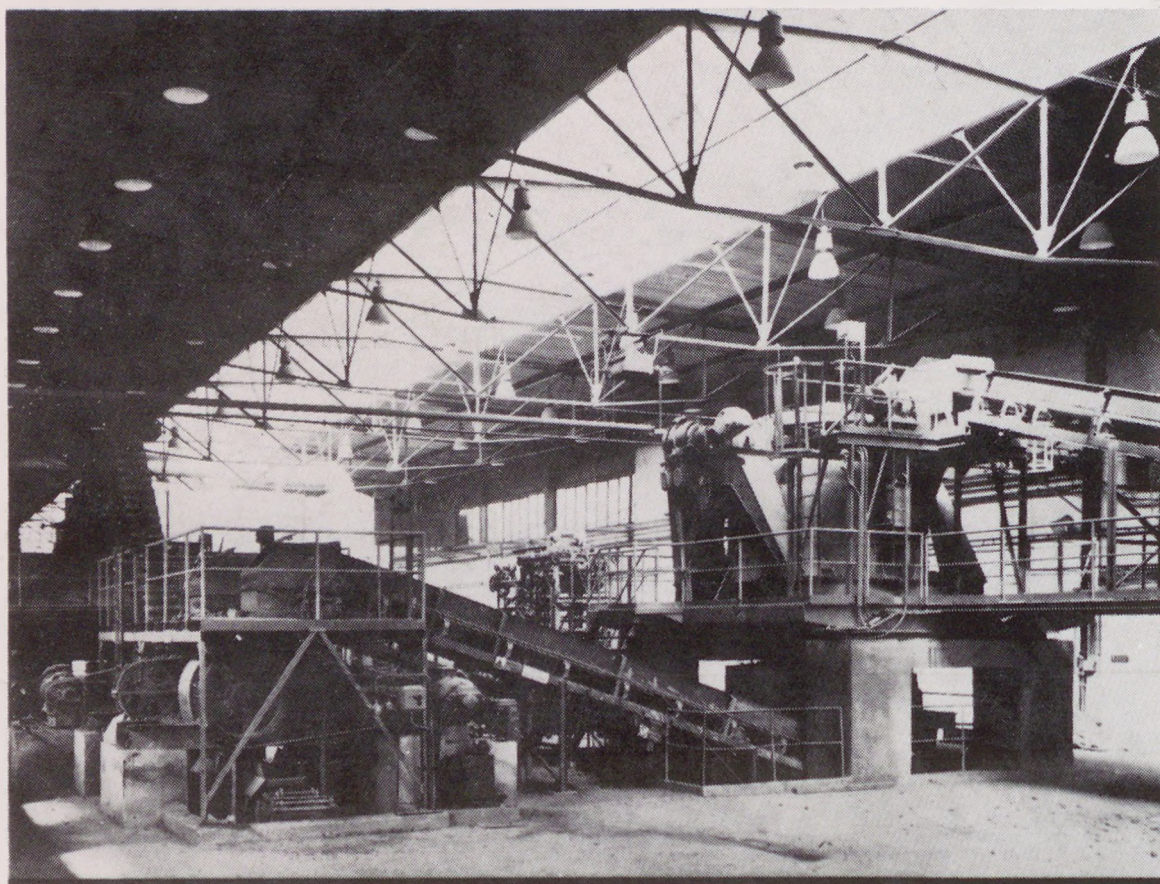
Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI, 1900 Budapest V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215–96 162 pénzforgalmi jelzőszámára. — A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra” P. O. B. 140. Budapest 62. Előfizetési díj: negyedévre 22,50 Ft; félévre 45,— Ft; egyes szám ára: 7,50 Ft.

KOMPLETT BERENDEZÉSEK BŐVÍTÉSEK

a téglagyártó ipar számára

Új berendezések kulcsátadással • Nagy teljesítményű
előkészítő sorok • Alagutas kemenceépítés



Egy 40 t/h teljesítményű téglalapanyag előkészítő sor látszati képe. A berendezés speciálisan kifejlesztett, hengerekkel felszerelt kalapácsos törőből, nedves-kollerjártatóból, két kiesőhelyes tányéros keverőből és két differenciál-finomhengerműből áll.



Exportáló:

pragoinvest

180 56 Praha 9, Českomoravská 23

PREROV MACHINERY

Csehszlovákia