

302.935

ÉPÍTŐANYAG

*A SZILIKÁTIPARI
TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA*

2

XXII. ÉVFOLYAM • BUDAPEST 1970. FEBRUÁR

A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

A mész- és cementipar, az üvegeipar-, a finomkerámia, a téglá-, cserép- és kő-kavicsipar tudományos szakirodalmi folyóirata

*

Főszerkesztő:

Dr. Talabér József

*

Felelős szerkesztő:

Dr. Hinsenkamp Alfréd

*

Szerkesztő bizottság:

Dr. Beke Béla

Bretz Gyula

Dr. Déri Márta

Erdély Imre

Dr. Grofcsik János

Dr. Knapp Oszkár

Dr. Kovács Róbert

Kudelka Dénesné

Lenkei György

Magyar István

Dr. Soltész Gáspár

Szabó Elek

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

*

Szerkesztőség:

Budapest V., Szabadság

tér 17.

Telefon: 124-438

*

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat,

Budapest VII.,

Lenin körút 9—11.

Telefon: 221-285

*

Felelős kiadó:

Sala Sándor

Megjelenik havonként

Terjeszti a Magyar Posta. —

Előfizethető a Posta Központi

Hírlap Irodánál (Budapest V.,

József nádor tér 1. Tel.: 180-850)

és minden postahivatalnál. A

folyóirat külföldre előfizethető:

„Kultúra” P. O. B. 149. Buda-

pest 62. Előfizetési díj: ¼ évre

22,50 Ft; félévre 45,— Ft; egyes

szám ára: 7,50 Ft. — Csekkszám-

szám egyéni 61.252; közületi

61.066 vagy átutalás az MNB 8.

sz. folyószámlájára.

70.2., 11330 Révai Nyomda.

Budapest V., Vadász utca 16.

F. v.: Povárnay Jenő

Index: 25,250

TARTALOM

Szabó János: A falazóanyag struktúra korszerűsítésével kapcsolatos feladatok 41

Bálint Pál: Kerámiai falazati anyagok hőtechnikai tulajdonságainak javítása 46

KGST Falazóanyag Szimpózium Budapesten 52

Makoldi Mihály: A cementipar leggazdaságosabb tüzelőanyagának kiválasztása 54

Kovács Róbert: A szovjet cementkutatás legújabb eredményei 58

Hegyi Istvánné—Vítális György: Hidrotermális hatások vizsgálata kő-
tőanyagipari nyersanyagokon 69

Butt. Yu. M.—Vorobjeva, M. A.—Dragoi I.: Olvasztott magnézium-
oxid-dús portlandcementek 74

СОДЕРЖАНИЕ

Я. Сабо: Задачи по модернизации структуры стеновых материалов . 41

Балинт П.: Улучшение теплотехнических свойств керамических стеновых материалов 46

М. Макольдди: Выбор наиболее экономичных топливных материалов для цементной промышленности 54

Р. Ковач: Новейшие результаты советских исследований в области цемента 58

И. Хедью—Л. Виталиу: Исследование влияния гидротермической обработки на свойства сырьевых материалов промышленности вяжущих веществ 69

Бутт, Ю. М.—Воробьева, М. А.—Драгой, И.: Испытание плавного магнезиального портландцемента 74

INHALT

Szabó, János: Die Aufgaben bei der zeitgemässen Gestaltung der Mauerwerke 41

Bálint, Pál: Verbessern der wärmetechnischen Eigenschaften keramischer Baustoffe 46

Wandbekleidungs-material-Symposium der RGW in Budapest 52

Makoldi, Mihály: Die Wahl des meist wirtschaftlichen Heizmaterials in der Zementindustrie 54

Kovács, Róbert: Neueste Resultate der Zementforschung in der Sowjetunion 58

Frau Hegyi, István—Vítális György: Die Untersuchung von hydrothermalen Wirkungen an Rohmaterialien der Bindemittelindustrie 69

Butt, Yu. M.—Vorobjewa, M. A.—Dragoi, I.: Geschmolzene Magnesiumoxydreiche Portlandzemente 74

CONTENTS

Szabó, János: Tasks Connected with Updating of Walling Materials .. 41

Bálint, Pál: Improvement of Thermal Engineering Properties of Walling Materials 46

Symposium on Walling Materials of the Comecon in Budapest 52

Makoldi, Mihály: Choice of Optimum Fuel for Cement Burning 54

Kovács, Róbert: New Results of Cement Research in the USSR 58

Hegyi, Judit—Vítális, György: Hydrothermal Effects upon the Raw Materials of the Cement Industry 69

Butt, Yu. M.—Vorobjeva, M. A.—Dragoi, I.: Investigation of Molten Magnesia-Portland-Cement 74

A falazóanyag struktúra korszerűsítésével kapcsolatos feladatok

SZABÓ JÁNOS
Építésügyi és Városfejlesztési
Minisztérium

I.

Az építőipari termelőerők gyorsütemű fejlesztése minden szocialista országban össz-népgazdasági érdek. A fejlesztés sokrétű, bonyolult, az ágazat határain túlnyúló feladat rendszer megoldását igényli. A fejlődés egyik jelentős tényezője, hogy a falazati anyagok milyen mértékben és mennyi idő alatt képesek az irántuk támasztott műszaki-gazdasági követelményeket kielégíteni. Ezért nagyfontosságú a KGST tagországok építőanyagipari szakemberek közös találkozója. A találkozót elősegíti a különböző falazati anyagok koordinált fejlesztését: lehetőséget ad arra, hogy a szakemberek megvittassák a kerámia, a beton- és vasbeton, az autoklávolt termékek, valamint a könnyű falazati anyagok — az építőipar igényeit kielégítő — optimális fejlesztési módjait, alkalmazási területeit, az egyes országok adottságainak szem előtt tartásával kijelöljék országaink számára a közös feladatokat.

Az egyes KGST tagországok klímája, a rendelkezésre álló nyersanyagok, az építési hagyományok különböző megoldásokat eredményeznek, a követelmények elvei azonban mindenütt azonosak.

A követelményértékek az okvetlenül elérendő szükséges minimumot, illetve maximumot jelentik. A gyakorlatban ezeknél több esetben kedvezőbb értékekkel bíró szerkezeteket alkalmaznak.

Ennek több oka van:

— a hagyományos, megfelelőnek ismert szerkezeteket rutinszerűen, ellenőrzés nélkül alkalmazzuk,

— a szerkezeti kialakítás, a gyártástechnológia szempontjai egyes elemek túlméretezését igénylik,

— az üzemeltetés gazdaságosságára, a beruházási- és üzemeltetési költségek optimumára való törekvés az alapkövetelményektől való eltérést indokolhatja. Ennek mértéke elhatározás kérdése, amit a népgazdaság teherbíróképessége is befolyásol.

A követelmények egyik csoportját csak az ember által huzamosan használt épületekre szükséges előírni. Meghatározói: az ember komfort-igénye, a külső környezet hatása és a civilizáció foka.

A követelményértékek másik csoportját az ipari-, mezőgazdasági-, tárolási épületek technológiai folyamataihoz szükséges belső klíma határozza meg.

A követelményeket az építőipar különböző anyagokból, különböző építési móddal készített, különböző falszerkezetekkel elégítheti ki. A falszerkezeteket m^2 súlyuk szerint öt csoportba sorolhatjuk. A csoportosítás a szilárdsági-, hő-, pára-, és hangtechnikai tulajdonságokat is jellemzi, ezért az alkalmazási területet is meghatározza. Az építménycsoportonkénti alkalmazhatóságot az 1. táblázatban becsültük meg. A táblázatból megállapítható, hogy legtöbb esetben a „könnyű”, „köz-

*A KGST Falazóanyag Szimpóziumon elhangzott előadás.

Építménycsoport	A fal súly szerint					Követelmények								
	igen könnyű	könnyű	közepes	nehéz	igen nehéz	tartósság, év			hőátbocsátási tényező „k”, kcal/m ² °C	belső falfelület hőmérséklete „t _i ”, °C	páradiffúziós ellenállás R _e óm ² Torr/g	hőszigetelés V	fajlagos hőelnyelési tényező „b”, kcal/ó,5m ² °C	léghanggátlás dB
						<10	10-30	>30						
Lakóépületek		+	+	+				+	+	+	+	+	+	+
Állattartási épületek		+	+	+		+	+		+	+	+	-	+	-
Növénytermesztési épületek	+	+	+			+		-	-	-	-	-	-	-
Ipari épületek		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Közlekedésüzemi épületek		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
Kereskedelmi épületek		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
Tárolási épületek	+	+	+	+			+	+	+	+	+	-	+	-
Oktatási és művelési épületek		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
Irodák		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
Egészségügyi és szoc. épületek		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
Egyéb épületek	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

pes”, „nehéz” falszerkezetek felelnek meg, míg az „igen könnyű” és „igen nehéz” falszerkezetek speciális épületeknél vehetők számításba.

A falszerkezetek súlyszerinti öt csoportja azok statikai jellegét, építésmódját, szerkezeti jellegét és jellemző anyagait, illetve ezek anyagcsoportjait is többé-kevésbé meghatározza. A 2. táblázat szerint az egyrétegű és a többrétegű falak kerámia, sejtbeton, beton és egyéb (nem szilikát) anyagokból a jelenlegi helyszíni és előregyártott építésmódokkal, a teherhordó és hordott szerkezetekhez egyaránt alkalmasak.

A szimpózium referátumaiból úgy tűnik, hogy minden országban a vizsgált négyféle falazóanyag mennyisége egyaránt növekedni fog. A megoszlási arányt az egyes országok alapanyag bázisa determinálja. Ha egy országban nagymennyiségű, kitűnő minőségű agyag található, ott a kerámiai falazati anyagok dominálnak. Ha homok az alapanyag döntő része, ott a mészhomoktéglagyártás, illetve annak korszerű változata, az autoklávolt szilikátbeton és sejtbeton gyártás terjedt el. Ha egy ország jelentős homokoskavics bázissal rendelkezik, ott a többrétegű vasbeton panelek dominálnak. Ahol fejlett a műanyagipar, ott a műanyagot falszerkezeti anyagként is alkalmazzák. Mégis, amint az a szimpózium előadásából kitűnik, a kerámia bázisú falazati anyagok aránya csökkenő tendenciájú.

A főreferátumokban feldolgozott anyagcsoportok mindegyike fontos tehát a falszerkezeti igények

kielégítésében. Egymás közötti arányukat az egyes országok régióinak sajátossága dönti el.

Általános tendencia a vakolatlan homlokzati felületre való törekvés, ami a falazati anyagok gondosabb gyártásán, minőségjavításán, gondosabb szállításán és tárolásán kívül változatosabb felületet és nagyobb színválasztékot is igényel.

A falazati anyagok tekintélyes súlyt és tömeget jelentenek, ezért szállításuk nagyobb távolságra általában nem gazdaságos. Így csak döntően helyi felhasználásra számíthatnak, illetve ország vagy régió határmenti forgalomban vehetnek részt. Ez alól kivételt az „igen könnyű” és a „könnyű” kategóriába tartozó falelemek képeznek, amelyek kis tömege és súlya miatt a nagy távolságra való szállítás is gazdaságos lehet, megteremtve lehetőségét a nemzetközi együttműködésnek, a gyártás szakosításának.

II.

Az egyes falazati anyagokkal kapcsolatban a következő gondolatokat kívánom kiemelni:

1. Kerámia falazati anyagok

Legidősebb falazati anyagunk a kerámia. Részaránya az új anyagok térhódítása következtében a KGST tagországok többségében csökkent, abszolút mennyisége azonban növekedett és a tervek szerint továbbra is növekedni fog.

A növekedés lehetővé teszi, hogy a kerámiaipar az új falazati anyagokkal való versenyben termé-

A falszerkezet			A fal súlya szerint				
			<10	10–50	50–300	300–1000	>1000
			kg/m ²				
			igen könnyű	könnyű	közepes	nehéz	igen nehéz
	Statikai jellege	Hordott	+	+			
		Önhordó		+	+	+	
		Teherhordó		+	+	+	+
	Építés módja	Falazott			+	+	
		Öntött			+	+	+
		Szerelt	+	+	+	+	
Szerkezeti jellege	Anyag csoportja	Jellemző anyaga					
		Kerámia					
Egyrétegű (homogén)	Autoklávolt	Beton			+		
		Mészhomoktégla				+	
	Beton	Könnnyűbeton			+	+	
		Beton				+	+
		Vasbeton				+	+
Egyéb (nem szilikát)	Fa		+				
	Fém	+					
	Műanyag	+	+				
Többrétegű (szendvics)	Kerámia	Kerámia-légréteg-kerámia			+	+	
		Kerámia-hőszigetelés-kerámia			+	+	
	Beton	Vasbeton-hőszigetelés-vasbeton			+	+	
		Vasbeton-hőszigetelés-könnnyűbeton			+	+	
Egyéb (nem szilikát)	Fa, farost, faforgács, azbesztecement-, alumínium-acél-üveg-, műanyag, gipszkarton stb., lemez borítórétegek, ásványgyapot, -habüveg, lágyfarost, műanyaghab-, stb. lemez magréteg különböző kombinációból készült „szendvics” elemek	+	+				

keinek korszerűsítésére (minőségjavítás, súlycsökkentés, méretnövelés) törekedjék.

A fejlesztési célkitűzések szerint minden tagország jelentősen növeli az üreges termékek termelését és részarányuk 1980-ra eléri a 60–80%-ot. A 40–70% üregtérfogatú termékek és az előregyártott szerkezetek fejlesztése az iparág adottságainak megfelelően mérsékeltebb.

A következő tervidőszak legfontosabb feladata iparág anyagi-műszaki bázisának fejlesztése terén:

– a gyártmányok korszerűsítése,

– a felület változatosabbá tétele,

– a kézi falazóelemek optimális méreteinek meghatározása, a munkaegészségügyi és gyártástechnológiai szempontok figyelembevételével,

– az időszakos üzemelés megszüntetése,

– a gépek, berendezések, gyártástechnológiák tökéletesítése.

Az iparág fejlődése elválaszthatatlan a KGST tagországok sikeres együttműködésétől, a gépgyártás szakosítása és a gyártási kooperáció területén.

2. Autoklávolt, tömör és sejtesített falazati anyagok

A KGST tagországok területén a második világháború utáni években alakították ki az autoklávolt falazati anyagok termelését. Az autoklávolt termékek gyártása legjobban a Szovjetunióban, Lengyelországban és Csehszlovákiában fejlődött. A Szovjetunió autoklávolt falazati anyagainak gyártási volumene a világon az első helyet érte el, igen jelentős fejlesztést irányozva elő az 1971–1980-as évekre is.

A termékek több tagállamban előirányzott nagyméretű fejlesztése azzal magyarázható, hogy az autoklávolt tömör és sejtesített falazati anyagok:

- gyártásának termelékenysége nagyobb, mint az egyéb falazati anyagoké,
- a sejtesített falazati anyagok kis térfogatsúlya miatt csökken mind a szállítási súly, mind az épületsúly,
- felhasználásukkal korszerű nagyelemek, vasalt falpanelek, blokkok gyárthatók,
- alapanyaguk, a homok, mindenütt nagymennyiségben rendelkezésre áll,
- a szovjet és a lengyel közgazdászok szerint az autoklávolt anyagokból készített épületek költsége a legkisebb.

A legfontosabb fejlesztési feladatok a következők:

- a tömör autoklávolt betongyártó üzemek korszerűsítésével üreges elemek gyártására kell áttérni és lehetőség szerint fokozni kell a gyártás volumenét,
- a tömör autoklávolt vasalt mészhomok gyártmányokat hajlított szerkezetekhez, gerendák, lemezek formájában látszik célszerűnek kifejleszteni,
- a vakolatlan homlokzatok elterjedésének elősegítésére, a homlokzatok élénkítésére, változatos felületű, színes autoklávolt anyagok előállítására,
- a sejtesített elemek fejlesztése területén a 60–180 cm magas 500–600 k_p/m³ térfogatsúlyú anyag gyártása, korszerű technológiával (pontos méretre vágó gépekkel, forma nélküli autoklávóval).

A sejtesített beton termelés egyöntetű és nagyméretű fejlesztése a KGST tagországok nagyobb kooperációját igényli, a berendezések gyártása és a termékek célszerű felhasználása vonatkozásában.

3. Előregyártott beton és vasbeton blokkok, panelek

Az előregyártott beton és vasbeton blokkok, panelek egyre nagyobb tért hódítanak maguknak, a különböző falazóanyagok versenyében. Előnyei jól ismertek: iparosított módszerekkel rövidebb idő alatt beépíthetők és a munkaráfordítások csökkent-

hetők. A Szovjetunióban például 1964-ben félmillió fő felszabadítását tette lehetővé a beton és vasbeton építési mód bevezetése.

A beton és vasbetonipar valamennyi KGST tagországban az építőipar fontos bázisává vált. A falazati anyagok között részarányuk évről-évre növekszik. Ez a fejlődés a következő tíz évben is nagymértékű lesz, főleg a lakó- és ipari épületeknél.

A falpanelek gyártása területén sok év óta folyik a vita az egyrétegű, vagy a többrétegű panel kérdésében. A Szovjetunióban például az egyrétegű panelek dominálnak, ugyanakkor Magyarországon szinte kizárólag többrétegű paneleket gyártanak. Úgy vélem, a vita nem dönthető el, hiszen a megoldás sok tényezőtől, így például az anyagbázistól, a szerkezeti rendszertől, a gyártástechnológiától, stb. függ.

Fejlesztési céljaink megvalósítása érdekében további teendőink:

- a vasbeton termékek üzemi készütségi fokának növelése (a Szovjetunióban 45–48%-ról öt év alatt 60%-ra növelik),
- a térelemek alkalmazásának ésszerű fokozása,
- nagyhatékonyságú, vékonyfalú, illetve szendvics szerkezetek alkalmazása,
- homlokzatképzés, fagyállóság, esztétikai hatás növelése, a fenntartási ráfordítások csökkentése,
- minőségjavítás,
- az alaprajzi variabilitás fokozása.

A vasbetonpaneles építési mód szerepének várható további növekedése az elkövetkező években az országaink közötti együttműködés intenzívebbé tételét kívánja meg.

4. Könnyű többrétegű falselemek, műanyagok, fém, azbesztcement és egyéb anyagok alkalmazásával

Az e csoportba tartozó falszerkezetek a legfiatalabbak, országainkban az alkalmazás kezdetén állnak. Magyarországon 1966-ban még nem alkalmaztuk a könnyű falszerkezeteket, amint azt a 2. sz. táblázatban foglaltak is tanúsítják. Napjainkban már létesítünk ilyen épületeket, azonban főleg kísérleti jelleggel és nem általánosan. Úgy ítéljük meg, hogy 1980-ban Magyarországon a falazatokból a kerámia 60%, az autoklávolt termékek 10%, a beton és vasbeton 15%, a könnyűszerkezetek 15% részarányt fog képviselni. A Német Demokratikus Köztársaságban merészebben terveznek: 1980-ban kb 43% könnyűszerkezetes fallal szemben összesen kb 57% kerámia-, autoklávolt-, beton- és vasbeton falszerkezetet irányoznak elő.

A könnyű falszerkezetek kis súlya szállításukat nagyobb távolságra is gazdaságossá teszi, minek kö-

vetkeztében kiválóan alkalmasak nemzetközi termékcserére és a gyártás szakosítására. Ennek alapfeltétele egy feltétlenül egységes követelményrendszer, az azonos szilárdsági-, hő-, hang- és páratechnikai, tűzvédelmi és korrózióvédelmi előírások és méretezési módszerek. Legfontosabb feladatunknak ítélem ennek az egységes követelményrendszernek kidolgozását. Szeretném kiemelni, hogy a problémákat a komplex épület szempontjából kell megközelíteni és nem célszerű a tartószerkezeteket, vagy a falszerkezeteket, vagy az épületgépészeti megoldásokat elkülönítetten vizsgálni, hiszen ebben az építésmódban az egyes szerkezetek az eddigieknél sokkal nagyobb hatással vannak egymásra.

Az egységes alap módot ad az elemek nagy sorozatainak gyártására, ami a gépesítésen túlmenő, automatizált gyártást is lehetővé tesz. A könnyűszerkezetes építési mód elterjesztésének alapfeltétele az integrált gyártás, amit első lépésben szakosított gyártással lehet megközelíteni. A gyártás fő anyagai a hagyományos és a belőle fejlesztett építésmódoknál kiegészítő, mellékes anyagok voltak. Szükséges ezért e hatékony anyagok — mint például üvegyapot-, ásványi gyapot-, műanyaghab-, hőszigetelőlapok, azbesztcement-, műanyag-, alumínium-, horganyzott acél-, valamint műanyaggal rétegezett fémlemezek — könnyűszerkezetes építésmódhoz szükséges gyártó és feldolgozó bázisait megteremteni.

A könnyűszerkezetes építéssel az anyagtömegcsökkentése mellett az élőmunka ráfordítás is nagymértékben csökkenthető. Különösen az épületek befejező munkáinak szempontjából jelentős ez a tény. A jelenlegi legfejlettebb vasbeton-paneles építésmódoknál is a befejező munkákat bizonyos mértékig fejlett, de ezideig mégis nagy munkaráfordítással, alapjaiban hagyományos technológiával végzik. A könnyű falszerkezetek megteremtik a lehetőségét a szakipari befejező munkák iparosításának, főleg azáltal, hogy az ún. szakipari munkák a szerkezet szerves részét képezik. Remélhető, hogy ezek a munkák 90%-ban gépesíthetők és csak 10% marad majd az építés helyszínén végzendő szerelési, illesztési és javítási munkákra.

Külön fel kívánom hívni a figyelmet arra, hogy a könnyűfalszerkezetek alkalmazása kibővíti az építő-, és építőanyagipar bázisát. Olyan anyagokat és anyaggyártó kapacitásokat kapcsol az építőiparhoz, amelyeket eddig egyáltalán nem, vagy csak kismértékben használtunk. Ezzel csökkenteni lehet, sőt meg is lehet szüntetni az építőipari kapacitás krónikusan szűk voltát, és el lehet távolítani a népgazdaság gyors fejlődése útjából a szűk építési kapacitás okozta akadályok nagyrészét.

A legfontosabb kutató-fejlesztő feladatok a következőkben foglalhatók össze:

- az épületekkel szemben támasztott, megalapozott követelményértékek meghatározása,
- egységes méretezési előírások kidolgozása,
- a tűzrendészeti előírások felülvizsgálata és egységesítése,
- a könnyűszerkezetekhez szükséges alapanyagok (horganyzott acéllemez, alumíniumlemez, műanyag lemezek, műanyaghabok, ragasztók, stb.) korszerű gyártó és feldolgozó bázisainak kifejlesztése, két-, vagy többoldalú együttműködéssel.

III.

A falazóanyagok fejlesztésével kapcsolatos teendők a nemzetközi együttműködés területén a következők:

- közös tervek készítése az alkalmazandó technológiára és technológiai berendezésekre,
- közös tudományos kutatói tevékenység folytatása,
- az állandó információ csere megszervezése,
- specializálódás és kooperáció egyes anyagok gyártása, a tervezés, a korszerű berendezések előállítása és az automatizálás területén, a kölcsönös előnyök elve alapján,
- nemzetközi konferenciák szervezése a falazóanyagok építőiparban való alkalmazásának fejlesztése érdekében.

A falazati anyagok iparágai ma a KGST tagországokban mintegy egymillió embert foglalkoztatnak. A létszám növelésére nem számíthatunk, ugyanakkor az építőipar követelményei egyre fokozódnak, a termékek minősége és választéka, készregyártottsági foka iránt. Csak az intenzív fejlesztés lehet az egyetlen út, amelyen a tagországoknak haladniuk kell. Nyilvánvaló, hogy a fejlesztés hatékonyságát a tervezés, a gépgyártás, a gyártás- és építéstechnológiák tökéletesítése területén kifejtett együttes munka megsokszorozhatja.

A KGST tagországok falazati anyag szimpóziuma ennek az együttműködésnek további elmélyítését célozta. Ezt az első kezdeményezést tovább kell folytatni. Hasznos lenne a szimpóziium 3–5 évenkénti rendszeres megismétlése, formájának, tartalmának javításával.

Szabó János: A falazóanyag struktúra korszerűsítésével kapcsolatos feladatok

И. Сабо: Задачи по модернизации структуры стеновых материалов

Szabó, János: Die Aufgaben bei der zeitgemäßen Gestaltung der Mauerwerke

Szabó, János: Tasks Connected with Updating of Walling Materials

Kerámiai falazati anyagok hőtechnikai tulajdonságainak javítása*

BÁLINT PÁL
Szilkkáipari Központi Kutató
és Tervező Intézet, Budapest

BEVEZETÉS

Korunk építészetének legfontosabb törekvései közé tartozik: az anyaggal való takarékoság, az építkezések meggyorsítása és olcsóbbá tétele. Ezen célkitűzések jegyében az utóbbi időben számos új, jó hőszigetelő képességű, könnyű építőanyagot gyártanak és alkalmaznak. Az új építőanyagokkal szembeni versenyképesség növelése az eddigi téglaféléknél nagyobb méretű, kisebb testsűrűségű és jobb hőtechnikai tulajdonságokkal rendelkező kerámiai építőelemek előállítását tette szükségessé. Mindezt természetesen oly módon, hogy a téglák időállósága és szilárdsága is megfeleljen a követelményeknek.

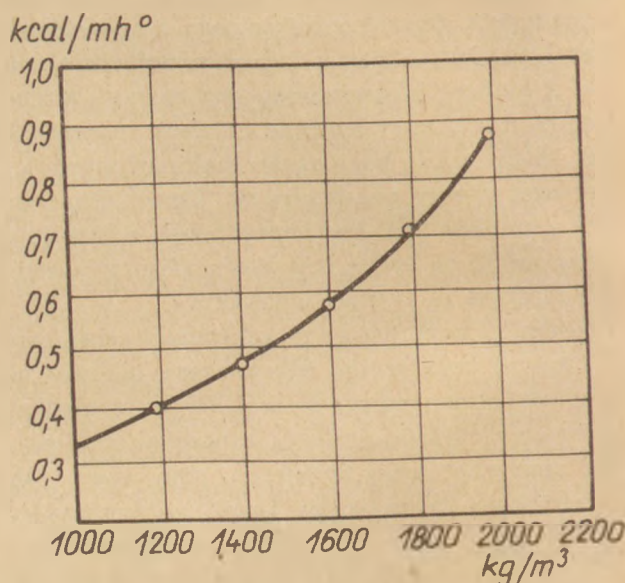
A feladat megoldásához számos kérdés tisztázása vált elengedhetetlenné. Ezekkel a gyakorlatban és az irodalomban már eddig is sokan foglalkoztak. Jelen tanulmányban kapcsolódva az előbbiekhöz mi is a kerámiai építőanyagok hőtechnikai tulajdonságainak javítási lehetőségeit tettük vizsgálatunk tárgyává.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A téglák hőtechnikai tulajdonságait azok hővezetési tényezője és hőtároló-képessége határozza meg. Minél kisebb az építőanyag hővezetési tényezője és minél nagyobb a hőtárolóképessége, annál jobb hőszigetelő.

A tömör téglák hővezetési tényezője testsűrűségükkel arányos, mely összefüggést Cammerer [1] nyomán az 1. ábrán látható görbe szemlélteti. Mint az 1. ábrán közölt görbéből megállapítható, a testsűrűséggel a hővezetési tényező is csökken. A közönséges agyagokból minden adalékanyag

nélkül előállított téglák testsűrűsége a nyersanyag ásványi összetételétől, s az égetési körülményektől függően 1400–1900 kg/m³, s az ehhez tartozó hővezetési tényező 0,46–0,78 kcal/mó °C értékhatárok között, viszonylag szűk tartományban változik. Mivel 1400 kg/m³-nél kisebb testsűrűségű építőelemek a durvakerámiai agyagokból önmagukban nem állíthatók elő, ezért a hőszigetelőképesség szélesebb körű növelése szükségessé tette a téglák testsűrűségének mesterséges úton való csökkentését. Ez két úton valósítható meg: egyrészt pórusképző adalékanyagokkal, másrészt üreges téglák előállításával. Pórusos adalékanyagként általában szerves anyagokat, fűrészport, szenet, s az utóbbi időben műanyaghabot alkalmaznak [2]. Így módon 600–800 kg/m³ testsűrűségű könnyű téglát is sikerült elérni.



1. ábra. A tömör téglák hővezetési tényezőjének összefüggése a testsűrűséggel

*A KGST Falazóanyag Szimpóziumon — Budapest 1969. okt. — elhangzott előadás.

A jó hőszigetelőképeségű téglák előállításának másik módja az üreges téglák gyártásán alapszik. Ez a megoldás szinte forradalmi változást jelentett a kerámiai falazó anyagok előállításában.

Az üreges téglák jó hőszigetelőképesége az üregeket kitöltő levegő kis hővezetési tényezőjén, ill. nagy hőátbocsátási ellenállásán alapul.

A nyugvó levegő hővezetési tényezője igen kicsiny, értéke 0,02 kcal/mó °C, melynek következtében hőszigetelő képessége, valamennyi anyagé között a legnagyobb. Az üreges téglák gyártása szempontjából azonban igen lényeges az a tény, hogy a légrétegek hőátbocsátási ellenállása mint az 1. táblázatból jól látható, csupán 4 cm-es vastagságig nő. Ezért 4 cm-nél vastagabb légréteg alkalmazásával a szigetelő hatást már nem növelhetjük. Lényegesen növelhető azonban az üreges téglák hőszigetelő képessége, ha a légréteget a hőáram irányában megsztjuk. Minél jobban szétosztjuk a légréteget, vagyis minél vékonyabb üregeket létesítünk, annál jobb lesz a hőszigetelő hatás. Ha például egy 4 cm-es légréteget 4 db 1 cm-es egymás után következő légrétegre osztunk,

1. táblázat
Különböző vastagságú légrétegek
hőátbocsátási ellenállása

A légréteg vastagsága cm	A légréteg hőátbocsátási ellenállása m ² ó C/kcal
0,5	0,135
1,0	0,178
2,0	0,202
4,0	0,211
6,0	0,210
8,0	0,208
10,0	0,206
15,0	0,203
20,0	0,200

$4 \times 0,178 = 0,712$ m² ó C/kcal hőátbocsátási ellenállást kapunk a 0,211 m² ó C/kcal helyett és ilyen módon a szigetelő hatás kb. három és félszeresére nő meg. Mindebből az következik, hogy valamely üreges téglá hőszigetelőképeségét az üregeknek a teljes keresztmetszethez viszonyított mennyisége, mérete és emellett, mint később látni fogjuk, az üregek alapja és elhelyezése határozza meg. Ebből láthatjuk, hogy az üreges építőelemek hővezetési tényezőjének csökkentésére több út is kínálkozik.

Az üreges téglák hőszigetelőképeségének növelésére az első lehetőség az, hogy az üregek mennyi-

ségét, vagyis a téglá teljes keresztmetszetéhez viszonyított %-os arányát megnöveljük. Abban az esetben, ha a tömör téglá helyett kevéslyukú üreges téglát állítunk elő, 10—15%-kal nő meg a hőszigetelőképeség. Viszont, ha 40%-nál nagyobb üregtérfogató építőelemeket gyártunk, a hőszigetelő tulajdonság mintegy 30—60%-al javítható a tömör téglához képest.

A téglák hőszigetelőképesége azonban nemcsak az üregek %-os mennyiségével növelhető. Azonos %-os üregtérfogató mellett is csökkenthető a hővezetési tényező értéke, az üregek méretének alakjának és elhelyezésének kedvezőbb kialakításával.

Már Cammerer utalt arra [3], hogy az üreges kerámiai építőelemek hővezetési tényezője összefüggésben van a téglán áthaladó hőáram útjával. Ennek értelmében valamely üreges idom hővezetési tényezője annál kisebb, minél hosszabb az idomon áthaladó hőáram útja.

Cammerer és Homayr [4] vizsgálatai bebizonyították, hogy az üreges téglák hővezetési tényezője szoros összefüggésben van az ún. közepes útmeghosszabbítási tényezővel. A közepes útmeghosszabbítási tényező (W_K) lényegében az idomon áthaladó hőáram legrövidebb (W_r) és leghosszabb útjának (W_h) számtani középértékét jelenti:

$$W_K = \frac{W_r + W_h}{2} \quad (1)$$

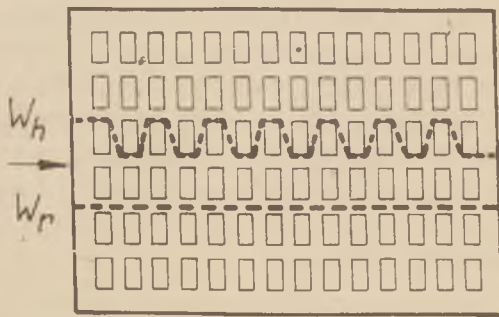
Valamely üreges téglán áthaladó hőáram legrövidebb és leghosszabb útját kétféle üregelrendezés esetén a 2a és 2b ábrák tüntetik fel.

A 2a ábrán látható, hogy a soros üregelrendezésű téglánál a hőáram legrövidebb útját (W_r) a két ürege közötti vízszintes egyenes adja meg, míg a leghosszabb utat (W_h) az üregek közötti bordák átlóinak és az üregek szélességének összegéből számíthatjuk.

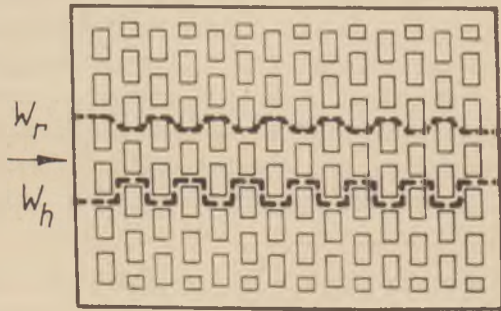
Az (1) egyenletből látható, hogy a közepes útmeghosszabbítási tényező akkor lesz nagyobb, ha W_r és W_h értékeinek összege nő. Az ún. soros elrendezésű idomoknál — amint a 2a ábrából kitűnik — csak a W_q értéke változtatható, ugyanakkor a hőáram legrövidebb útja (W_r) változatlan marad.

Ebből kifolyólag a W_K értéke is csak kisebb mértékben növelhető meg.

Ezzel szemben a 2b ábrán feltüntetett ún. váltó üreg elrendezésű téglaféléknél a hőáram legrövidebb (W_r) és leghosszabb útja (W_h) egyaránt megnövelhető, vagyis a közepes útmeghosszabbítási tényező (W_K) értéke lényegesen kedvezőbben emelhető, mint az előbbi esetben.



2a ábra. A hőáram legrövidebb (W_r) és leghosszabb (W_h) útja a soros elrendezésű üreges téglánál



2b ábra. A hőáram legrövidebb (W_r) és leghosszabb (W_h) útja a változó elrendezésű üreges téglánál

Azzal a kérdéssel, hogy milyen üregkialakítással érhetjük el a legkedvezőbb hőtechnikai tulajdonságokat Cammerer, Homayr, Scholl [5], hazánkban Albert [6] foglalkoztaték behatóan. Megállapították, hogy a kerámiai építőelemeknél kör alakú üregek helyett célszerűbb téglalap vagy rombusz alakú üregeket kialakítani.

Bebizonyították, hogy a hővezetési tényező kisebb lesz, ha az üregek hőáram irányára merőleges méretének növelése mellett egyidejűleg csökkentjük a hőáram irányával megegyező üreg méretet. Vagyis minél inkább megnyújtjuk a téglalap vagy rombusz alakú üregeket a hőáramra merőleges irányban annál jobb lesz a téglala hőszigetelőképesége.

K Í S É R L E T I R É S Z

Az elmúlt években a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézetben kísérleteket folytattunk annak megállapítására, hogy azonos %-os üregtérfogat mellett az üregek mérete, alakja és elrendeződése milyen befolyással van a kerámiai építő-

2. táblázat

Négyzetes (N), kör (K) és rombusz (R) alakú üregeket tartalmazó modellsorozatok legfontosabb adatai

Modell száma	Az üregek								Bordák mérete, mm		Közepes útmegegyszabbitsási tényező W_k
	területe (B-30-as blokk ü. tf.-a), %	száma, db			elrendeződése		mérete mm		Hi.	Hm.	
		Hi.	Hm.	Ö	s.	v.	Hi.	Hm.			
N_1	25	7	4	28	+		26	17	15	12	1,080
N_2	25	7	4	28	+		24	19	15	9	1,085
N_3	25	7	4	28	+		21	21	20	10	1,090
N_4	25	7	4	28	+		19	24	23	12	1,105
N_5	25	7	4	28	+		17	26	24	10	1,140
N_6	25	7	4	28	+		17	26	10	10	1,170
N_7	25	7	2	14		+	17	52	23	11	1,240
N_8	25	9	3	27	+		14	33	12	18	1,300
N_9	25	9	1,5	13,5		+	14	66	12	29	1,400
N_{10}	25	9	1	9	+		12	120	15	—	2,410
K_1	25	7	4	28		+	Ø 24		15	8	1,026
K_2	25	8	3,75	30	+	+	Ø 25		12	12	1,130
K_3	25	7	4	28	+	+	Ø 24		17	7	1,145
K_4	25	10	4	40	+		Ø 20		6	18	1,185
R_1	25	5	6	30		+	56	15	45	8	1,020
R_2	25	7	5	35		+	35	24	30	10	1,040
R_3	25	12	3	36		+	27	27	15	15	1,110
R_4	25	15	2,5	37,5		+	20	34	15	10	1,230
R_5	25	15	2	30		+	15	56	20	20	1,255

Jelmagyarázat : Hi. = hőáram irányában, Hm. = hőáramra merőleges irányban, s. = soros, v. = változó, ö. = összes

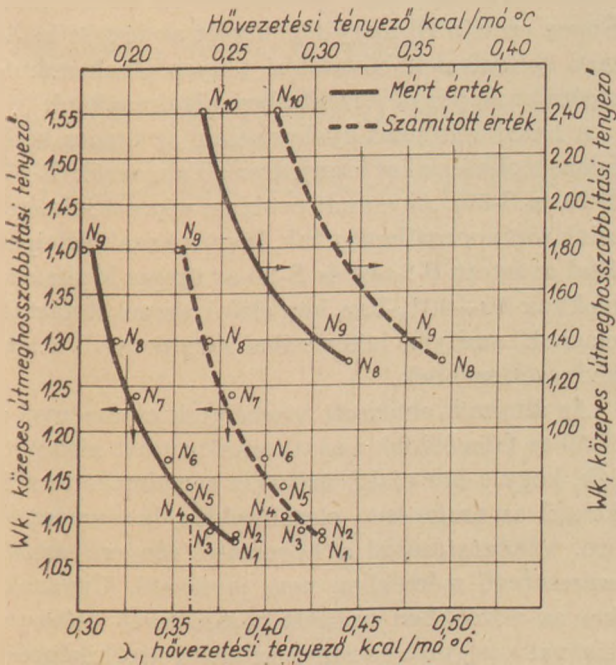
elemek hővezetési tényező értékeinek alakulására. Ennek megállapítása céljából a hazai építőiparban elterjedten használatos B-30-as kézi falazó blokkból három modellsorozatot készítettünk négyzetes, kör és rombusz alakú üregekkel. A B-30-as blokk méretei $300 \times 175 \times 140$ mm.

Mindhárom modellsorozatnál az összes üregterület változatlanul hagyása mellett az egyes üregek számának, méretének, elrendezésének változtatása mellett elektromos modellkísérletekkel meghatároztuk a hővezetési tényező értékét. Az elektromos modellkísérleti eljárásra vonatkozó kísérleti módszer Bruckmayvertől [7] származik.

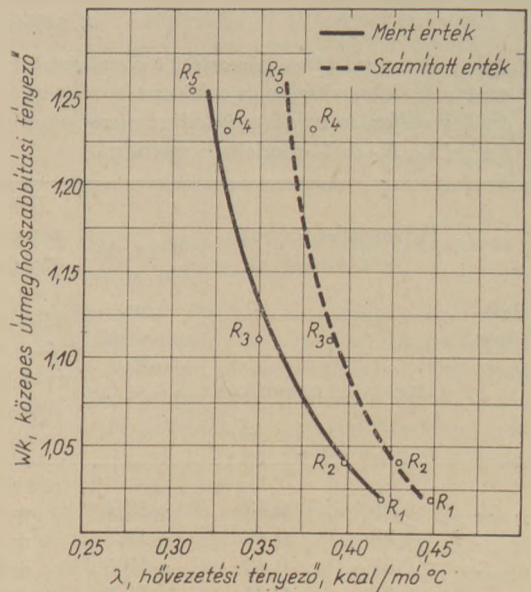
Az egyes modellsorozatokat úgy alakítottuk ki, hogy a közepes útmeghosszabbítási tényező (W_K) értéke viszonylag széles tartományban növekedjék. A négyzetes (N), kör (K) és rombusz (R) alakú üregeket tartalmazó modellsorozatra vonatkozó legfontosabb adatokat a 2. táblázatban tüntettük fel.

A mérési eredmények ellenőrzése és összehasonlítása céljából a közepes útmeghosszabbítási tényező ismeretében Homayr alábbi közelítő egyenlete alapján is kiszámítottuk a modelleknek megfelelő hővezetési tényező értékeket.

$$\lambda_m = \frac{F_1}{F} \left[\frac{\lambda_s \cdot F_s}{W_K \cdot F_1} + \lambda_1 \left(1 - \frac{F_s}{F_1} \right) \right] + \lambda_s \frac{F_2}{F} \quad (2)$$



3. ábra. A számított, illetve mért hővezetési tényező értékek összefüggése a közepes útmeghosszabbítási tényezőtől az N-modellsorozatnál



4. ábra. A számított, illetve mért hővezetési tényező értékek összefüggése a közepes útmeghosszabbítási tényezőtől az R-modellsorozatnál

ahol λ_m az üreges téglák hővezetési tényezője, kcal/mó °C

λ_s az üreges téglák tömör anyagának hővezetési tényezője, kcal/mó °C

λ_1 az üregekben levő levegő egyenértékű hővezetési tényezője, kcal/mó °C

F az üreges téglák keresztmetszetének összfelülete, cm²

F_1 a hőáram irányába eső két szélső borda között levő összfelület, cm²

F_2 a hőáram irányába eső két szélső borda összfelülete, cm²

F a B-30-as blokk téglánál = $30 \times 17,5 = 525$ cm²

A négyzetes (N) és rombusz (R) alakú üregeket tartalmazó modell sorozatokra vonatkozóan a mért és számított hővezetési tényező értékeinek a közepes útmeghosszabbítási tényezőtől (W_K) való függését a 3. és 4. ábrák szemléltetik.

Az egyes modellekre méréssel, ill. számítással meghatározott hővezetési tényező értékeket, valamint az ezen adatok közötti %-os eltéréseket a 3. táblázatban láthatjuk.

Ezen táblázat utolsó oszlopában adjuk meg az N, K és R sorozatba tartozó modellek hővezetési tényező értékeinek növekedését vagy csökkenését az alapul választott K₂-s modell azonos anyagjellemzőjéhez viszonyítva.

3. táblázat

A mért, illetve számított hővezetési tényező értékek, azok százalékos eltérése és a hővezetési tényező értékek változása az alapmodellhez viszonyítva (N-, K- és R-modellsorozatoknál)

Modell sorszám	Hővezetési tényező keal/mó °C		Mért és számított hőv. tényező értékek eltérése, %	Hőv. tényező növeked. (+), ill. csökkenése (—) K_2 modellhez viszonyítva, %
	mért	számított		
N_1	0,38	0,43	+ 13,1	+ 5,6
N_2	0,38	0,43	+ 13,1	+ 5,6
N_3	0,37	0,42	+ 13,5	+ 2,8
N_4	0,36	0,41	+ 13,9	0,0
N_5	0,36	0,41	+ 13,9	0,0
N_6	0,35	0,40	+ 14,3	— 2,8
N_7	0,33	0,38	+ 15,1	— 8,4
N_8	0,32	0,37	+ 15,6	— 11,1
N_9	0,30	0,35	+ 16,6	— 16,6
N_{10}	0,24	0,28	+ 14,3	— 33,4
K_1	0,36	0,43	+ 19,4	0,0
K_2	0,36	0,40	+ 11,1	0,0
K_3	0,35	0,41	+ 17,1	— 2,8
K_4	0,38	0,41	+ 7,9	+ 5,6
R_1	0,42	0,45	+ 7,2	+ 16,7
R_2	0,40	0,43	+ 7,1	+ 11,1
R_3	0,35	0,39	+ 11,4	— 2,8
R_4	0,33	0,38	+ 15,1	— 8,4
R_5	0,31	0,36	+ 16,1	— 13,9

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elvégzett modellkísérletek eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy egy bizonyos típusú kerámiai építőelemnél azonos ürekszázalék mellett, az üregek alakjának, számának, elrendeződésének és az üregek közötti bordák méreteinek változtatásával javíthatjuk a hővezetési tényező értékét.

Homayr és Scholl megállapításaival összhangban azt találtuk, hogy a négyzetes és a rombuszos üregeket tartalmazó modellsorozatoknál a hővezetési tényező értéke a közepes útmeghosszabbítási tényezővel (W_R) arányosan változik. A W_R és a hővezetési tényező értékének összefüggését nem egyenes, hanem monoton csökkenő görbe fejezi ki. Ennek értelmében kezdetben a W_R értékének kismérvű növekedéséhez viszonylag nagy, a továbbiakban egyre kisebb arányú hővezetési tényező csökkenés tartozik.

A kör alakú üregeket tartalmazó modellsorozat-

nál a közepes útmeghosszabbítási tényező változása csak igen kismértékben befolyásolja a hővezetési tényező értékének alakulását.

A hővezetési tényező értékének csökkenése — az alapul választott K_2 modellhez viszonyítva — a legnagyobb mértékű, mintegy 33%-os a négyzetes, 14%-os a rombuszos és a legkisebb, alig 3%-os a kör alakú üregeket tartalmazó modellsorozatnál volt.

Vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy egy bizonyos idomnál azonos ürekszázalék mellett a hővezetési tényező értékének javulásában döntő szerepe van az üregek hőáram irányába eső méreteinek. Ennek csökkenése — az ürekszám és az üregek egyenkénti területének változatlanul hagyása mellett — a hővezetési tényező értékének javulását eredményezi.

A négyzetes modellsorozatnál a hőáram irányába eső üregméretet és ezzel összefüggően a hővezetési tényező értékét csökkenthetjük oly módon is, hogy kevesebb üreg sorban soronként több nagyobb területű üreget képezünk ki. A rombuszos modellsorozatnál kedvező irányú változást eredményez, ha az üregek hőáram irányába eső szögét növeljük.

A Homayr által adott összefüggés alapján számított hővezetési tényező értékek a négyzetes sorozatnál 13,1—16,6%-kal, a kör alakúnál 7,9—19,4%-kal, a rombuszosnál 7,2—16,1%-kal nagyobbak, mint az általunk mért értékek. Ezek az eltérések viszonylag jól összhangban vannak a Scholl által megadott pontatlansági határokkal. Éppen ezért a Homayr-féle képlet az üreges kerámiai építőelemek hővezetési tényezőjének számítására csak durva közelítésben alkalmazható.

A hazai építőipari gyakorlatban az üreges kézifalazó blokkot kiterjedten alkalmazzák (B-25, B-29 és B-30). Az elmúlt években végzett felméréseink során megállapítottuk, hogy a hazai téglaiipar által gyártott B-29-es és B-30-as üreges kézifalazó blokkok 80—90%-ban kör alakú üregeket tartalmaznak, amelyek hőtechnikai szempontból a legkedvezőtlenebbek.

Az általunk elvégzett vizsgálatok eredményei a B-30-as falazóblokk vonatkozásában azt bizonyítják, hogy a kör alakú üregeket tartalmazó termékeknél az üregméret, elrendeződés, bordaméret stb. változtatásával a hővezetési tényező értéke számottevő mértékben nem javítható. Ugyanakkor az előzőekben említett paraméterek változtatásával a négyzet és rombusz alakú üregek kialakításával a hővezetési tényező értéke esetében hőtechnikai szempontból jelentős mérvű javulás érhető el. Ez a tény szükségessé teszi az összes üreges kerámiai építőelem hőtechni-

kai szempontból való felülvizsgálatát a legkedvezőbb üregképzés, illetve ezzel összefüggően a megfelelő szájnylás kialakítása céljából.

IRODALOM

- [1] *Homayr, J.* : Ziegelindustrie, 8. 764—767. (1955).
- [2] *Rügge, F.* : Ziegeleitechnisches Jahrbuch, Wiesbaden (1966) 173.
- [3] *Cammerer, J. S.* : Wärme und Kälteschutz in der Industrie, I. Spinger, Berlin. 4. kiadás (1962).
- [4] *Homayr, J.* : Ziegelindustrie 8. 764—767. (1955).
- [5] *Scholl, F.* : Ziegelindustrie 9. 268—273. (1956).
- [6] *Albert, J.* : Építőanyagipari Közp. Kutató Int. 25. sz. jelentése (1956).
- [7] *Bruckmayer, E.* : Gesundheits—Ingenieur 1. 61—63. (1940).

Bálint Pál: Kerámiai falazati anyagok hőtechnikai tulajdonságainak javítása

A korszerű építészet megköveteli a kerámiai falazati anyagok súlyának csökkenését, valamint hőtechnikai tulajdonságainak javítását. Ez utóbbi cél elérése a téglanyersanyagába kevert pórusképző adalékanyagokkal, valamint megfelelő üreges téglák előállításával lehetséges.

A téglák hőtechnikai tulajdonságainak javítása nemcsak az üregek mennyiségének növelésével érhető el. Vizsgálták a hővezetési tényező csökkentésének lehetőségét a téglában levő üregek kedvezőbb kialakításával és elrendezésével.

Megállapították, hogy azonos üregszázalék mellett az üregek legkedvezőbb kialakításával és elrendezésével a hővezetési tényező közel egyharmadával csökkenthető. Hőtechnikailag legmegfelelőbbek a hőáramra merőleges irányban megnyújtott téglalap vagy rombusz alakú üregek.

Балинт П.: Улучшение теплотехнических свойств керамических стеновых материалов

Для современного строительства необходимо снижение веса и улучшение теплотехнических свойств керамических стеновых материалов. Это достигается при смешивании в сырье добавок-порообразователей, либо изготовлением пустотелых кирпичей.

Теплотехнические свойства кирпичей можно улуч-

шить не только увеличением числа пустот, но и более подходящим оформлением и распределением пустот.

Установлено, что при одинаковой пустотности, лишь путем подбора оптимальных форм и распределения пустот можно снизить коэффициент теплопроводности приблизительно на одну треть. С точки зрения теплотехники наиболее подходящими оказываются пустоты прямоугольной или ромбической формы, вытянутые в направлении, перпендикулярном тепловому потоку.

Bálint, Pál: Verbessern der wärmetechnischen Eigenschaften keramischer Baustoffe

Das zeitgemäße Bauwesen erfordert ein Vermindern des Eigengewichts von keramischen Baustoffen, ferner ein Verbessern ihrer wärmetechnischen Eigenschaften. Zweitgenannter Forderung kann man durch Vermengen des Ziegelrohmaterials mit porenbildenden Zuschlagstoffen, des weiteren durch Herstellung von geeigneten Hohlziegeln Genüge leisten.

Ein Verbessern der wärmetechnischen Eigenschaften kann bei den Ziegeln nicht allein mittelst Steigerung der Hohlräume erreicht werden. Es wurde die Möglichkeit zum Herabsetzen der Wärmeleitzahl vermöge eher geeigneter Gestaltung und Anordnung der im Ziegel sich befindlichen Hohlräume erforscht.

Man konnte feststellen, daß man durch geeignetere Ausgestaltung und Anordnung der Hohlräume bei unverändertem Hohlraumprozentatz die Wärmeleitzahl um etwa ein Drittel herabzusetzen vermag. In wärmetechnischer Hinsicht bewährten sich zumeist Hohlräume von länglichem Ziegel- oder rhombischen Format. (S. G.)

Bálint, Pál: Improvement of Thermal Engineering Properties of Walling Materials

Lightweight walling materials of good thermal engineering properties are required by modern architecture. These materials can be produced either by adding pore-forming substances to the raw materials, or by manufacturing hollow bricks. Not only the increase of the volume of pores and holes, but also their arrangement are essential for the improvement of the thermal properties.

Best results were obtained by using rectangular or diamond-shaped holes, being elongated perpendicularly to the direction of heat flow; by this way heat conductivity factor can be decreased by approx. 33%.

KGST Falazóanyag Szimpózium Budapesten

Az építőanyagoknak több mint felét a falazóanyagok teszik ki. A téma fontossága ismert, hiszen számtalan konferenciát, szimpóziumot tartottak már falazóanyag témában, de mindig külön-külön vizsgálták az egyes anyagokat. Most először volt szimpózium témája valamennyi anyagfajta komplex vizsgálata.

A KGST Építésügyi Állandó Bizottsága 1969. évi munkatervébe felvette „Az Építőipari falazóanyagok gyártásában és felhasználásában várható további fejlesztési irányvonalak tanulmányozása” c. témát, felkérte a Magyar Népköztársaságot a szimpózium megrendezésére, és október 6–10 között megrendezésre került a falazóanyag szimpózium.

A szimpóziumon a KGST tagországokból 45 küldött és 40 hazai szakember vett részt. Munkáját négy csoportba sorolva végezte;

1. Kerámiai anyagok és gyártmányok.
2. Autoklávolt mészhomok és sejtbeton falazati anyagok.
3. Beton, könnyűbeton és vasbeton gyártmányok.
4. Műanyag, fém, azbesztcement és egyéb falazati anyagok.

Az egyes falazati anyagokkal kapcsolatban elhangzottak a következőkben foglalhatók össze:

A *kerámiai falazati anyagok* részaránya úgyszólván valamennyi KGST tagországban csökken az újabb falazati anyagok térhódítása miatt, azonban mennyiségben mégis növekedni fog. 1980-ban átlagosan 1,5-szerese lesz a kerámia anyagok termelése az 1965. évinek. A szimpóziumon előadottak szerint a kerámia-iparban növekedni fog az üreges termékek részaránya.

Az *autoklávolt termékek területén* a sejtbetongyártás fejlesztési üteme különös figyelmet érdemel. Az 1965-ös termeléshez viszonyítva 1980-ra a sejtbeton termelését a tagországok 5–7-szeresére fejlesztik fel.

Az igen jelentős mértékű fejlesztés okai:

- a sejtbetongyártás termelékenységére nagyobb, mint egyéb falazati anyagoké,
- a sejtbeton testsűrűsége 500–700 kg/m³ (a fával azonos!), alkalmazásával az épületsúly és szállítási költség csökkenthető,

— sejtbetonból korszerű, új építésmódokhoz jól felhasználható falblokkok, vasalt falpallók, panelek készíthetők.

A betonból, könnyűbetonból és vasbetonból kialakított homogén blokkok, ill. homogén és szendvics-panelek igen nagy mértékű térhódítása az iparosított építésmódok elterjedésének következménye.

A szimpoziium összegezte a teendőket ezen a fontos területen is:

- a panelek készregyártásának fokozása,
- a térelemek alkalmazásának bővítése,
- az esztétikai hatás növelése,
- minőségjavítás.

Anyaga volt a szimpoziiumnak a könnyű szerkezetű — fém, fa, műanyag azbesztcement — falazóanyag is. A tagországok még csak a kezdetnél tartanak, csupán kísérleti jellegű épületeket létesítenek ezekkel az új „falazati” anyagokkal. A könnyűszerkezetű falazóanyagok részaránya a falazóanyagok között ma még 1% alatt van, de 1980-ra már 10%-os nagyságrenddel kell számolni a falazati anyagok közötti részesedésben. Előnyei ismertek: igen könnyű, nagy távolságra szállíthatók (nemzetközi termékcsere is alkalmas), az elemek sorozatban gyárthatók, a gyártástechnológia automatizálható. Talán legfontosabb eredménye a könnyű falszerkezet alkalmazásának az élő munka (különösen a befejező építéshelyi-munka) jelentős csökkenése.

Újszerű volt a szimpoziiumon, hogy a kerámikus szakember is végighallgatta a sejtbeton, a beton és a műanyag falazóanyagokról szóló előadásokat, a vasbetonnal foglalkozó mérnök is tájékoztatást nyert a korszerű téglaféleségekről éppúgy, mint a könnyűszerkezetek előnyeiről. Minden bizonnyal hasznos tapasztalatokat szereztek a különböző anyagokat előállító és felhasználó szakemberek ezen a szimpoziiumon, hiszen bármilyen anyagból is készüljön a falszerkezet a műszaki, a gazdaságossági és a technológiai követelmények azonosak.

A szimpoziium kiegészítésképpen a tagországok falazati anyagait a BNV területén a Fém munkás pavilonban megrendezett kiállításon mutatták be. A korszerű üveg-alumínium „falazati” pavilon adott helyet a legősibb falazati anyagnak, a kerámiának, az autoklávolt betonnak, a beton és könnyűbeton falpaneleknek és a legújabb műanyag könnyűszerkezeti anyagoknak. Megfért egymás mellett a többbezeréves falazati anyag, a téglák, és a néhány éves műanyagfal. A kiállítás bejáratánál néhány téglából, 3—4 sejtbeton-tömbből, 2 kisméretű vasbeton-panelből és egy homlokzati porfilüvegből összeállított kis kompozíció jól tükrözte a kiállítás komplex voltát.

A szimpoziium összegezte a legfontosabb teendőket: fokozottabb információcsere, közös kutatás folytatása, specializálódás és kooperáció egyes anyagok gyártására, közös tervek készítése a technológiákra és technológiai berendezésekre. A koordinált fejlesztésben való együttműködés vitathatatlan előnyökkel jár.

A budapesti Falazóanyag Szimpoziium első volt a KGST tagországokban, a résztvevő szakemberek úgy döntöttek, hogy 3—5 évenként rendszeresen megismétlik a falazati anyag szimpoziiumot.

Székely Ádám

A cementipar leggazdaságosabb tüzelőanyagának kiválasztása

MAKOLDI MIHÁLY
Szilkkátipari Központi Kutató
és Tervező Intézet, Budapest

A cementipar a legtöbb ipari államban nincsen szükségszerűen egyféle tüzelőanyagra utalva, hanem rendszerint többféle nagyfűtőértékű szén, olaj és földgáz között választhat. Bár az említett tüzelőanyagok mind alkalmasak klinkerégetésre, mégsem egyenértékűek. A leggazdaságosabb tüzelőanyag kiválasztásában a döntést, melyet adott esetben egy üzemre, az ország egész cementiparára, vagy országos energiagazdálkodási szempontból kell hozni, megkönnyíti a tüzelőanyagok valamilyen értékrendjének felállítása. Ezért vezették be Magyarországon a relatív használati egyenérték fogalmát.

A TŰZELŐANYAGOK RELATÍV HASZNÁLATI EGYENÉRTÉKÉNEK MEGHATÁROZÁSI MÓDSZERE

Relatív használati egyenértéknek nevezzük azt a jelző számot, amelyik megmutatja, hogy adott fogyasztónak valamely tüzelőanyag 10^6 kcal-nyi hőértéke mibe kerülhet anélkül, hogy változnék a terméknek valamilyen viszonyítási alapul választott más tüzelőanyagra kiszámított önköltsége. Az alapul választott tüzelőanyag bármilyen, a technológiai célnak megfelelő tüzelőanyag lehet, melynek árát ismerjük vagy önkényesen felvesszük.

A cementmű szempontjából kétféle tüzelőanyag akkor tekinthető gazdaságilag egyenértékűnek, ha a termelt klinker vagy cement önköltsége azonos minőség mellett nem változik.

Két tüzelőanyag (k, x) egyenértékűségét adott cementgyárban, vagy a cementiparban országos átlagban a következő egyenlettel fejezhetjük ki

$$b_k + r_k q_k = b_x + r_x q_x \quad (1)$$

ahol b_k a cement tüzelőanyagon kívüli önkölt-

sége, ha teljes egészében k tüzelőanyagot fogyaszt (Ft/t)

b_x a cement tüzelőanyagon kívüli önköltsége, ha teljes egészében x tüzelőanyagot fogyaszt (Ft/t)

r_k, r_x a kétféle tüzelőanyag relatív használati egyenértéke (Ft/ 10^6 kcal)

q_k, q_x a cementgyártás fajlagos hőszükséglete a kétféle tüzelőanyaggal (10^6 kcal/t).

Az 1. egyenlet r_k és r_x relatív használati egyenértékei közül egyet ismerve a másik kiszámítható

$$r_x = \frac{b_k - b_x + r_k \cdot q_k}{q_x} \quad (2)$$

Több tüzelőanyag azonos alaptüzelőanyagra kiszámított relatív használati egyenértékei relatív használati egyenértéksort képeznek.

A relatív használati egyenérték leegyszerűsített kifejezése konkrét számításokra csak akkor alkalmas, ha fennállnak érvényességének feltételei, és a kifejezés egyes tagjainak a tüzelőanyag fajtájától és minőségétől függően változó értéke az adott esetre ismert.

Az egyszerűsített kifejezés akkor érvényes, ha az üzem egyféle gyártási technológiával dolgozik, egyidejűleg csak egyféle tüzelőanyagot használ és a termelő berendezés kapacitása adott.

Ezek a feltételek egy üzemre helytállóak lehetnek, de iparági viszonylatban már többféle technológiával, többféle tüzelőanyaggal és különböző termelési kapacitású gyártó egységekkel kell számolni. Utóbbi esetben az egyes technológiákra, tüzelőanyagokra és termelő kapacitásokra külön-külön kiszámított relatív használati egyenértékekből súlyozott összesítő értékeket kell kiszámítani.

A relatív használati egyenérték alapján az a tüzelőanyag a gazdaságosabb, melynek tényleges hőértékára relatív használati értékénél kisebb, és a

két érték közötti különbség nagyobb mint az összehasonlítási alapot képező tüzelőanyagnál.

A (2) képletben különválasztva szerepelnek a tüzelőanyag hőértékre számított beszerzési költsége (r) — beleértve a tüzelőanyag árát és szállítását az üzemig —, és külön a tüzelőanyagon kívüli költségek (b). Figyelembe kell azonban venni, hogy a tüzelőanyagon kívüli költségek jelentős része is bizonyos mértékig függ a tüzelőanyagtól. Célszerű tehát ezt a (b) gyűjtő költségtételt részire bontani és megvizsgálni az egyes részköltségek összefüggését a tüzelőanyaggal.

A relatív használati egyenértékeket befolyásoló tényezők egy része műszaki jellegű, másik részük pénzügyi és munkaerőgazdálkodási jellegű. Mindezek többé-kevésbé számszerűsíthetők, de már a korszerűség, gyártmányfejlesztés jellegű tényezők csak kis mértékben, vagy egyáltalán nem számszerűsíthetők, a tüzelőanyag kiválasztásában mégis figyelembe kell őket venni.

A döntésnek tehát kétségtelenül fontos alapja a tüzelőanyag relatív használati egyenértéke, de mellette egyéb nem számszerűsíthető előnyök és hátrányok sem maradhatnak figyelmen kívül.

A V Á L A S Z T Á S T B E F O L Y Á S O L Ó T É N Y E Z Ő K

A tüzelőanyag fajtáját és minőségét meghatározó alaptényezők:

- a klinkerégetés hőkezelési követelményei,
- a jelenleg ismert klinkerégetési eljárások,
- a technológia követelményeinek megfelelő tüzelőanyag,
- a gyártott cement minősége,
- az égető berendezés termelési kapacitása.

Az alaptényezők határozzák meg a megvizsgálandó variációkat. Pl. 500 t/24 ó cement termelése I gépsoros nedves eljárású egységben széntüzelés-sel. Ugyanez olaj és földgáztüzéssel.

A variációkban szereplő tüzelőanyagok közötti választás alapjául azok relatív használati egyenértékét jelöltük meg, melynek kiszámításában az alábbi számszerűsíthető résztényezőknek lehet szerepük:

q — Adott tüzelőanyagú, technológiájú és nagyságrendű berendezés fajlagos hőszükséglete.

g — A beruházási költségek tüzelőanyagtól függő része; az átvétel, tárolás, előkészítés, égéstermék eltávolítás stb. költsége.

n — A felhasznált nyersanyag és a tüzelőanyag összefüggése, ami főként a hamu klinkerbe jutásában és a porvesztés mértékében jut kifejezésre.

s — A segéd- és üzemanyagok költsége, ami főként a tűzálló béléfalazatok tartósságában és a tüzelőanyag előmelegítéséhez, mozgatásához szükséges gőzben függhet össze a tüzelőanyaggal.

v — A villamos energiafelhasználás, ami függhet a tüzelőanyag mozgatásának energiaigényétől is.

m — A munka-bér költségekben a tüzelőanyaggal kapcsolatos kezelési és karbantartási költségek.

Az önköltséget az alábbi tételekre bontva szokás kiszámítani.

- A — a beruházás megtérülése,
- B — alapanyagok,
- C — segéd- és üzemanyagok,
- D — tüzelőanyag,
- E — villamos energia,
- F — bérek

Az önköltség egyes tételei tüzelőanyagtól független és attól függő részre bonthatók. Előbbiek nulla indexszel jelölhetők.

Az önköltség tételei a következő résztényezőtől függenek:

$$\begin{aligned} A &= A_0 + g \\ B &= B_0 + u \\ C &= C_0 + s \\ E &= E_0 + v \\ F &= F_0 + m \end{aligned} \quad (3)$$

A tüzelőanyagköltség a relatív használati egységérték és a fajlagos hőfelhasználás szorzatából adódik

$$D = r \cdot q \quad (4)$$

Az (1) képlet tényezőit a következő formában is felírhatjuk.

$$b_k = (A_0 + g_k) + (B_0 + u_k) + (C_0 + s_k) + (E_0 + v_k) + (F_0 + m_k) \quad (5)$$

$$b_x = (A_0 + g_x) + (B_0 + u_x) + (C_0 + s_x) + (E_0 + v_x) + (F_0 + m_x) \quad (6)$$

$$r_k q_k = D_k \quad (7)$$

$$r_x q_x = D_x \quad (8)$$

A (2) képletbe helyettesítve az (5–8.) értékeket és egyszerűsítve kapjuk

$$r_x = \frac{[(g_k - g_x) + (u_n - u_x) + (s_k - s_x) + (v_k - v_x) + (m_k - m_x)] + r_k q_k}{q_x} \quad (9)$$

Az így kiszámítható relatív egyenértéksor mellett ki kell még dolgozni a nem számszerűsíthető egyéb figyelembe veendő tényezőket.

ALKALMAZÁSI PÉLDA

Alaptényezők

A klinkerégetés nagy lánghőmérsékletet és intenzív lángsugárzást biztosító tüzelőanyagot igényel.

Ez lehet 4500 kcal/kg-nál nagyobb fűtőértékű szén, olaj, vagy nagy fűtőértékű gáz.

A példában szén, olaj és földgáztüzelésű üzemet hasonlítunk össze.

A klinkerégetés történhet nedves, félszáraz és száraz eljárással, mind a háromféle tüzelőanyaggal. Az így adódó kilenc variációt hasonlítjuk össze.

A gyártandó cement minősége legyen mindegyik variációban 500 kg/cm² nyomószilárdságú portland cement.

A termelési kapacitás legyen évi 1·10⁶t cement.

Az egyes variációkban az optimális számú géppalakkal számolunk.

g A fajlagos hőfelhasználási értékeket vagy a hőmérleghől számíthatjuk (1.) vagy statisztikai adatokból vehetjük az optimális gépsorkapacitás alapján. (2, 3, 4.)

Résztényezők

g A beruházási költségek tüzelőanyagtól függő része a tüzelőanyag szállítási és átvételi módjából (vasút, csővezeték, kirakodás, lefejtés stb);

a tárolás előkészítés (szárítás, őrlés, szivattyúzás, porlasztás stb) az égéstermékek eltávolítása stb-ből adódik.

n A nyersanyag tüzelőanyagtól függő költségrészt a hamú klinkerbe kerülő része és a porvesztés határozza meg (5).

s A segéd- és üzemanyag tétel változása főként a tüzelőanyag költségének, és a tüzelőanyag mozgatói költségének eltéréseiből adódik.

v A villamosenergia ugyancsak a tüzelőanyag mozgatói függvénye.

m A munkabérben a tüzelőanyagkezelés és a karbantartás okoz eltérést.

A példaként kidolgozott 9 variációban az önköltség egyes tételeiben a tüzelőanyagtól függően mutatkozó eltérések nagyságrendjét a tüzelőanyag nélküli legkisebb önköltség százalékában az alábbi értékek szemléltetik:

A (beruházás tétele) ... 12,6%

B (alapanyag) 0,7%

C (segéd és üzemanyag) ... 3,5%

E (villamosáram) 2,9%

F (bérek) 3,7%

A kapott relatív használati egyenértékeket a tüzelőanyag tényleges hőértékárából kivonva a következő határértékek adódnak:

—6.....278

A kilenc variáns számadatai szerint:

Évi 1·10⁶ tonna 500-as portlandcement termelésére létesülő cementgyár 3 lehetséges gyártási technológiája mellett a kiválasztott három tüzelőanyag relatív használati egyenértéke és a tényleges hőértékár különbsége adja a gazdaságossági sorrendet

	Differencia
1. 2 gépsoros száraz eljárású üzem földgáztüzeléssel	278
2. 2 gépsoros száraz eljárású üzem olajtüzeléssel	247
3. 4 gépsoros Lepol üzem földgáztüzeléssel	180
4. 2 gépsoros száraz eljárású üzem széntüzeléssel	173,0
5. 4 gépsoros Lepol üzem olajtüzeléssel	147,0
6. 4 gépsoros nedvesüzem földgáztüzeléssel	118,0
7. 4 gépsoros nedves üzem olajtüzeléssel	92,0
8. 4 gépsoros üzem hazai barnaszéntüzeléssel	0,0
9. 4 gépsoros hosszú kemencés nedves üzem hazai barnaszéntüzeléssel ..	—6,0

A relatív használati egyenértéksor alapján legelőnyösebb a száraz eljárás 2 gépsorral földgáztüzeléssel.

A nem számszerűsíthető tényezők közül megvizsgáltuk

- a berendezéssel gyártható cement minőségét,
- a rendszer automatizálhatóságát.

Mindkét szempontból megfelel az egyenérték sor alapján legjobbnak mondható megoldás, mert száraz eljárással, homogenizált nyersanyaggal és jó őrléssel a legnagyobb szilárdságú cementfélések gyárthatók, különösen földgáztüzeléssel, amikor hamu nem kerül a klinkerbe.

A rendszer teljesen automatizálható.

Nyilvánvaló tehát, hogy a kiválasztott földgáztüzelésű száraz technológia a leggazdaságosabb.

- [1] *Makoldi Mihály*: A klinkerégetés fajlagos hőfelhasználása. Építőanyag 19 (1967) 11. sz. 414—425 p.
- [2] *Lurje, Ju. Sz.*: Portlandcement, Moszkva 1963. p. 397.
- [3] *Szatarin, V. J.—Frenkel, M. B.*: A külföld cementipara. Moszkva: Gosztriadat 1963. 296. p. á: 135 t: 56 6 : 46.
- [4] *Hodoror, E. I.*: Cementklinker előállításának korszerű technológiája. Bp. Műszaki K. 1966. 164 p.
- [5] *Talabér József*: Cementipari kézikönyv. Szerk. (Írta: Beke Béla, Benedek Dénes stb.) Bp. Műszaki K. 1966. 749. p.

***Makoldi Mihály*: A cementipar leggazdaságosabb tüzelőanyagának kiválasztása**

A tüzelőanyag kiválasztása a relatív használati érték-sorrend alapján végezhető. Relatív használati egyenértéknek nevezzük azt a jelző számot, amelyik megmutatja, hogy adott fogyasztónak valamely tüzelőanyag 10^6 kcal-nyi hőértéke mibe kerülhet anélkül, hogy változnék a terméknek valamilyen viszonyítási alapul választott más tüzelőanyagra kiszámított önköltsége. A választást befolyásoló tényezők alaptényezőkre, a tüzelőanyagtól függő számszerűsíthető és nem számszerűsíthető rész tényezőkre oszthatók. Ezek alapján megállapítható a kiszámítandó variánsok száma. A kapott relatív használati egyenértékeket az egyes variánsokhoz tartozó tüzelőanyag tényleges árából kivonva adódik a variánsok gazdasági sorrendje.

***M. Макольди*: Выбор наиболее экономичных топливных материалов для цементной промышленности**

Выбор топливного материала производится на основе т. н. относительного показателя порядка ценности данного материала при его использовании. Под относительным показателем порядка ценности топливного материала подразумевается число, которое показывает стоимость 10 ккал при условии что себестоимость, рассчитанная для какого либо другого топливного материала, взятого за основу сравнения, не изменяется. Параметры, принятые за основу сравнения,

могут быть разделены на основные и вспомогательные параметры, зависящие от топливного материала, выражаемые или не выражаемые численно. На основе этого может быть определено число рассчитываемых вариантов. Порядок экономичности топливного материала определяется вычитанием полученных относительных показателей ценности материала из действительной стоимости топливных материалов, относящихся к отдельным вариантам.

***Makoldi, Mihály*: Die Wahl des meist wirtschaftlichen Heizmaterials in der Zementindustrie**

Die Auswahl des Heizmaterials kann auf Grund der relativen Gebrauchswertordnung getroffen werden. Das relative Gebrauchsäquivalent ist eine Kennziffer, welche den Kostenaufwand angibt, der den Heizwert von 10^6 kcal eines Heizstoffes belastet, ohne Änderung der Selbstkosten des Produktes auf einen anderen, zum Vergleich gewählten Heizstoff bezogen. Die Faktoren, welche die Auswahl beeinflussen, sind zum Teile Grundfaktoren, zum Teile vom Heizstoff abhängende, zahlenmäßig charakterisierbare und zahlenmäßig nicht-charakterisierbare Detailfaktoren. Auf dieser Grundlage läßt sich die Zahl der zu berechnenden Varianten bestimmen. Zieht man aus dem effektiven Preis der den einzelnen Varianten entsprechenden Heizstoffe von den relativen Gebrauchsäquivalenten ab, dann ergibt sich die Wirtschaftlichkeitsordnung der Varianten. (S. G.)

***Makoldi, Mihály*: Choice of Optimum Fuel for Cement Burning**

The best basis for the choice of optimum fuel is the determination of the "relative equivalent value" (REV). Under REV an index is understood showing the price of one million kcal produced in the plant from the given fuel without changing the standard self-cost of the product. The factors affecting the proper choice can be subdivided to base factors and to numerical and non-numerical partial factors depending on the fuel. From these the number of variants can be determined. By subtracting REV values from the actual fuel prices, calculated for each of the variants the economic order of the variants can be readily seen.

A szovjet cementkutatás legújabb eredményei

(Beszámoló a „IV. Moszkva-i Cementkémiai- és Technológiai
Tanácskozás”-ról)

KOVÁCS RÓBERT
Szilikátipari Központi Kutató
és Tervező Intézet, Budapest

A Szovjetunióban 4–5 évenként rendszeresen megrendezik a cementkémiai- és technológiai tanácskozást (konferenciát), melyen a kutatás, az oktatás és a termelés területén működő szakemberek tájékoztatják egymást legújabb eredményeikről.

A mostani IV. cementkonferencia a Mendelejev Kémiai Társulat, a NIICement Kutatóintézet és az Építőanyagipari Minisztérium együttes szervezésében ez év július 23–25. között került lebonyolításra.

A programban 106 előadás szerepelt, ezekből 18-at az előadók betegsége, vagy egyéb okokból való távolmaradása miatt nem tartottak meg, viszont beiktattak 21 új beszámolót, így összesen 109 előadás hangzott el.

A konferencia első napján, a plenáris ülésen 7 hosszabb vezető beszámolót tartottak, melyek áttekintést adtak az elmúlt években a cementipar területén lefolytatott kutatásokról. A továbbiakban a munka három szekcióban folyt, ahol a klinkerégetés, a cementőrlés és a különleges cementek témakörében elért eredményeket ismertették 15 perces beszámolók, referátumok keretében a résztvevők.

Külön kiemelendő, hogy az előadók között nagy számban voltak képviselve az üzemi szakemberek is, s a konferencia a tudományos eredmények gyakorlati alkalmazásának szellemével volt áthatva.

Ismeretes, hogy a Szovjetunióban a cementipari kutatásra és fejlesztésre rendkívül nagy energiát fordítanak, ezért komoly várakozással tekintettünk a konferencia elé, mely nem is okozott csalódást. Nagyon sok érdekességről, újdonságról esett szó, ezeket az alábbiakban megkíséreljük vázlatosan ismertetni.

Részletes beszámolóra — mivel jelenleg az előadások tézisei állnak csak rendelkezésünkre — most nem kerülhet sor, de remélhető, hogy a konferencia jelenleg sajtó alatt levő teljes anyaga rövidesen eljut az érdeklődőkhöz. Így itt csak az általunk jelentősebbnek ítélt előadásokat és azokat a kérés-csoportokat szeretném kiemelni, melyek a hazai szakemberek részéről érdeklődésre tarthatnak számot.

Boldürev, a SZU Építőanyagipari Miniszterhelyettese megnyitó előadásában megállapította, hogy 1968-ban a világ cementtermelése 510 millió tonna volt, melynek 29%-át adták a szocialista országok.

A fejlett tőkés országokban megfigyelhető tendenciákról szólva kifejtette, hogy egyre növekszik a berendezések egységteljesítménye és mérete. 1967-ben az Egyesült Államokban az új kemencék átlagos

hossza 167 m volt, s ma már nem ritka a 200 m-nél hosszabb és a 7 m-nél nagyobb átmérőjű kemence sem.

A nyugati országokban döntő a száraz eljárás térhódítása: 31 új kemencéből 26 száraz eljárású. Ezek teljesítménye a napi 3–4000 tonnát is eléri. Bár a gépesítés és automatizálás egyre jobban terjed, a teljesen automatizált gyárak száma az egész világon nem több 8–9-nél.

Rendkívüli mértékben növekszik a termelés koncentrációja. Az 1 gyárra jutó éves kapacitás már 1968-ban 1 millió tonna körül volt, s az újonnan alapítandó, illetőleg bővítendő gyárak között nem ritka a 2,5 millió tonnás évi kapacitású sem.

Ezekben a legkorszerűbb berendezéseket alkalmazzák. Nedves eljárásnál az uralkodó kemenceméret az 5–6 m átmérőjű, 185 m hosszú, illetve a 7–8 m átmérőjű, 230 m hosszú lesz, melyek napi teljesítménye 1800–2000, illetve 3500 t körül van.

Kifejlesztették és gyártják az 1600 és 3000 t/nap teljesítményű száraz eljárású kemencéket, s tervezés alatt van az ugyanilyen, 4000 t/nap teljesítményű kemenceberendezés is.

Ezekhez természetesen megfelelő teljesítményű előkészítő és kiszolgáló berendezések, pl. 100–150 t/óra teljesítményű nyers-, illetve cementmalmok is tartoznak. Az ilyen malmok gyártása és szerelése jelenleg már folyamatban van.

Boldürev részletesen felemlítette az egyes gyárakban elért kiemelkedő eredményeket, azonban ezekre inkább az előadások ismertetésekor fogok kitérni. Megemlítendő viszont, hogy néhány üzem rátér az úgynevezett garantált márkájú cement gyártására, ami azt jelenti, hogy a technológiai fegyelem szigorú betartásával és megfelelő műszaki intézkedésekkel elérték, hogy nincs szükség próbavételre és a cementszállítmány építéshelyi ellenőrzésére, mert a gyár garantálja a cement megfelelő voltát.

Bejelentette, hogy 1971-ben Moszkvában Építőanyag Világkiállítás lesz, és a VI. Nemzetközi Cementkémiai Szimpóziumot 1974-ben ugyancsak Moszkvában rendezik meg.

A plenáris ülés másik fő előadását *Butt* professzor tartotta. Ebben áttekintette a III. konferencia óta végzett cementkémiai és technológiai kutatás főbb eredményeit, melyek közül itt csak néhány érdekességre kívánok kitérni. Így megállapította, hogy a dikalciumszilikátban oldódó egyes anyagok nehezítik, másik viszont könnyítik a trikálcium-szilikáttá való átalakulást. Ugyanakkor a C_2S hajlamos az átkristályosodásra, különösen 1100–1250 °C között, s ez a reakcióképesség jelentős csökkenésével jár. Ennek megakadályozására célszerű katalizátorok (mineralizátorok) és magasabb égetési hőmérséklet alkalmazásával a kritikus hőmérséklettartományt „átugrani”. (Ez a magyarázata pl. annak a cementgyártásban régen megfigyelt jelenségnek, hogy a „gyorsan” és „erős” tűzzel égetett klinker jobb minőségű). A fentiek értelmében *Butt* felvette annak szükségességét, hogy az optimális klinkerégetési körülmények biztosítása érdekében meg kell változtatni a hagyományos kemencekonstrukciókat és módosítani kell az olvadékfázis összetételét.

A folyssav és a kénsav sóinak a klinkerégetésben betöltött szerepéről szólva helytelenítette a „mineralizátorok” elnevezést, mivel a legújabb kutatások értelmében ezek az anyagok csak meghatározott hőmérséklettartományban fejtenek ki katalizáló hatást.

Érdekesek a klinker szerkezetére vonatkozó újabb adatok is. Eb-



ben és több más előadásban is helyt kapott az a nézet, hogy a trikalciumszilikát tulajdonképpen nem önálló vegyület, hanem a C_2S és a CaO szilárd oldata. Hasonlóképpen nem létezik tiszta brownmillerit sem, hanem a C-A-F rendszerben közel C_4AF összetételű szilárd oldat keletkezik.

A dikalciumszilikátba beépülő alkáliák általában lassítják a C_3S kialakulását, az MgO mennyisége pedig meghatározza az olvadékból kikristályosodó C_3A , illetve C_4AF arányát.

A különböző nyomelemek, pl. a P, Cr, Ti stb. az alitkristályokba beépülve deformálják a kristályrácsot, ezáltal növelik a klinker aktivitását.

Kravcsenko professzor a NIICement igazgatónöje az új különleges cementfajtákról számolt be. Elmondta, hogy kidolgozták a nagy- és szupernagykezddőszilárdságú cementek gyártástechnológiáját és a cementeket már ipari mennyiségben gyártják. Ilyen különleges cementekkel ma már az aluminátcementekkel azonos szilárdság is elérhető, ugyanakkor nem kell félni a későbbi jelentős szilárdság-visszacéstartól. Azonban mint különlegesen korrózióálló és nagy tűzállóságú cement, az aluminátcement (elsősorban a kalcium-dialumínát összetételű fajtája) a mai napig is megőrizte jelentőségét.

A korrózióálló cementek előállítására terén a portlandcementben a kalciumnak báriummal való részleges helyettesítésével értek el jó eredményeket. A bárium elsősorban a dikalciumszilikátba épül be, stabilizálva annak magas hőmérsékletű módosulatait, de kismértékben oldódik az alitban is. Így jó szulfátálló cement gyártható, bár meg kell mondani, hogy a klórnak is ellenálló portlandcementek létrehozására irányuló próbálkozások ez ideig sikertelenek maradtak.

Fellendült a hidrofób és plasztifikált portlandcementek gyártása. A belgorodi és angarszki gyárakban megfelelően megválasztott komplex anyagok adagolásával 8–10%-os malomteljesítmény növekedést értek el, megnőtt a kívánatos frakciók mennyisége és a cement hidrofób tulajdonságokat nyert. Az ilyen cement — a kitűnő tárolási lehetőség mellett — igen jól gőzölhető, és kiválóan alkalmas pályabeton- és vízepítési célokra.

A NIICement és a dnyeprodzserszinszki gyár új, nem zsugorodó, igen gyorsan kötő és szilárduló cementfajtát dolgozott ki, melyet zsuluzás nélküli betonozáshoz lehet alkalmazni.

A kötés kezdete 1–5 perc, vége 3–7 perc elteltével következik be s 3 óra múlva a szilárdság eléri a 150 kp/cm^2 értéket. Befejezésül *Kravcsenko* a fehér- és színes cementek gyártásával kapcsolatos



eredményeket ismertette. Jelentős sikereket értek el közönséges portlandcementklinker kifehérítésében (amit a megfelelő nyersanyagösszetétel megválasztásával, redukációs égetéssel és vízben való hűtéssel valósítottak meg). Az ilyen cementből a belgorodi és voszkreszenszki azbesztcement üzemekben színes |a. c. lapokat állítottak elő.

Ezek a klinkerek anyagukban színezettek, és a vas szennyezés elkerülése végett őrlésük nem a szokványos cementmalmokban, hanem autogén módon, úgynevezett Aerofall típusú malmokban történik. (Meg kell említeni, hogy az anyagában színezett klinker gyártásának egyébként számos ellenzője is van, elsősorban a technológiai nehézségek miatt, mivel más színre való áttéréskor az egész berendezést át kell mosatni.)

A NIICement igazgatóhelyettese, *Ferensz* a kisteljesítményű kemencék teljesítményének növelésére, az égetés intenzifikálására tett intézkedésekről számolt be.

Ezek közül kiemelkedik a régi, nedves eljárású kemencék száraz, illetve kombinált eljárásra való átalakítása, amit már említettünk, valamint a tüzelőanyag egy részének a dekarbonizációs zónában való elégetése. Utóbbi igen hasznos a kemence hőegyensúlyának biztosítása érdekében, mivel a leghőigényesebb folyamata a klinkerégetésnek éppen a dekarbonizáció. Az így meggyorsított dekarbonizáció jobb minőségű klinker gyártását teszi lehetővé. Jelenleg a sikeres félüzemi kísérletek alapján 2 gyári kemence ilyen célú átalakítása van folyamatban.

Az őrlés és az őrlőberendezések kérdéseivel foglalkozott bevezető előadásában *Tovarov* professzor. Megállapította, hogy a korszerű malmokban igen kemény öntvényeket, osztályozópáncélokat alkalmaznak, s terjed a páncélok csavarnélküli felerősítése is. Jelentős előrehaladás történt az optimális töltetválaszték meghatározása terén. A malmok huzatviszonyait a közfalak helyének változtatásával, vízheporlasztással és más intézkedésekkel sikerült javítani. Ismertette a legújabb szélosztályozó típusok alkalmazása során szerzett tapasztalatokat.

Az őrlőberendezésekről szólva felsorolt néhány új malomtípust



is. Ilyen pl. a planetáris malom, mely 4–5-ször nagyobb teljesítményű mint a hagyományos esőmalmok, az elektromágneses malom, a sugármalom stb. Megemlítette, hogy a röpítőtörőknél a nagy levegősúrlódás okozta energiaveszteség csökkentésére vákuum alkalmazásával folytattak sikeres kísérleteket.

Új őrlési eljárásként kísérleteznek a hirtelen hőmérsékletváltoztatással is. Ez megnöveli az anyagban levő belső feszültségeket és csökkenti a külső energiaráfordítási igényt.

Az őrlés során keletkező káros aggregálódás, illetve tapadás leküzdésére kb. 30 féle anyagon végeztek részletes vizsgálatokat. Ezek elsősorban különféle zsírsavak, de voltak közöttük szilikonok is.

A NIICement osztályvezetője, *Banyit* a cementipari portalanítás újabb eredményeit tárgyalta. Elmondta, hogy a szovjet cementgyárakban kb. 2000 portalanító berendezés üzemel, melyek közül mintegy 900 az elektrofilter. A korszerű zsákos portalanítóknak varrat nélküli, lavszánból* és üvegszálból készült tömlőket használnak, ezenkívül kísérleteznek a füstgázok portalanításánál hidrofób vagy grafit bevonatú üvegszál tömlőkkel is. Az ilyen szűrők leszálló áramúak, egy-egy tömlő mérete $\varnothing 215 \times 10\,000$ mm. Hőállóságuk 350°C -ig kitűnő.

Az elektrofiltereknél újfajta elektródaprofilok és rázóberendezések kialakításával kísérleteznek, s egyre terjed az elektródák korrózióvédelme céljából a hőálló lakkok és polimer bevonatok alkalmazása.

A leningrádi szilikátkémiai intézettől *Bojkova* a korszerű klinkerszerkezetvizsgálati módszerekről és eredményekről számolt be.

Hangsúlyozta, hogy ipari klinkerekben tiszta ásványok nem léteznek, csak szilárd oldatok. A trikálciumszilikátnak jelenleg 6, a C_3S -nek pedig 5 polimorf módosulata ismeretes.

Az egyes módosulatok eltérő hidraulikus aktivitása igen szorosan összefügg a kristályrács szerkezetével, minél több a rácshiba — egy bizonyos határig — annál nagyobb a hidraulikus aktivitás. (Bojkova ezt azzal fejezte ki, hogy a szennyezések úgy kellenek a kristályrácsba, mint az emberi szervezetbe a vitaminok).

Minden klinkerásvány korlátozott mértékig (kb. 5%-ig) oldhat más anyagokat is, példának felhozta, hogy 1% alatt a Cr_2O_3 szennyeződés előnyös a C_3S szerkezetére, de 2% felett már káros. Ha a

* Szovjet nylon

nyersanyag egyáltalán nem tartalmaz MgO-t, úgy nem is keletkezhet az égetés során alit.

Ismertette a trikalciumszilikát analógjaival kapcsolatos kutatásokat is, így pl. a trikalciumgermanát igen sok tulajdonságában és így röntgenképében is nagyon hasonlít a C_3S -re.

Ezek a kutatások új kötőanyagok előállításának lehetőségét rejtik magukban.

A konferencia további munkája három szekcióban (égetés, őrlés, különleges cementek) folyt. Mivel egy-egy szekcióban 30 beszámoló-nál is több hangzott el, a részletes felsorolásuktól el kell tekintelnünk, s megkíséreljük azok tartalmát néhány meghatározott kérdés-csoportban összefoglalva röviden ismertetni.

Az **égetési szekcióban** előadásra került beszámolókat technológiai sorrendben véve először az *iszapfolyósító anyagok* alkalmazásáról kell beszélni. Ismeretes, hogy a SZU-ban sok cementgyár kréta nyersanyagbázisú, emiatt az iszap nedvessége gyakran eléri, sőt meghaladja a 40%-ot. Az iszap nedvességtartalmának 1%-kal való csökkentése durván számítva 1% tüzelőanyagmegtakarítást tesz lehetővé, ezért e kérdés szovjet viszonylatban nagy jelentőségű.

Bloch és munkatársai, valamint *Entin* és *Babin* különböző fa- és szénfeldolgozási melléktermékek, lignin-oxidátum, polifenol, Na-metaszilikát és Na- tripolifoszfát hatását tanulmányozva megállapították, hogy azokat 0,05–0,5% mennyiségben adagolva az iszap nedvességét — azonos folyósság mellett — 4–8%-kal lehet csökkenteni. A Na tripolifoszfát hatását a nyersiszapban levő oldott SO_4 ionok csökkentik.

Kiszeljov és mások a granulálhatóság javítására szulfitlúgot és rezolgyantát adagoltak a nyerslisztbe. Nem plasztikus nyersanyag esetében a hatás igen kedvező volt: az egyenletes poruseloslás következtében a porvesztés $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{4}$ -re csökkent.

Luginina beszámolt arról, hogy fluortartalmú nyersanyagkomponensek esetében a dekarbonizációs zónában a klinkerásványok kialakulását meggyorsító spurrit-típusú közbenső vegyületek, kalcium-sziliko-karbonátok keletkeznek.

Az *alkáliák* kutatásával *Azelickaja* és munkatársai, *Zozulja* és munkatársai, valamint *Bojomolov* és *Galperina* foglalkoztak. Vizsgálataik szerint a klinker olvadék fázisa akár 15% CaO-t is fel tud oldani, azonban alkáliák jelenlétében az oldott CaO mennyisége erősen csökken, így rosszabbul és lassabban kristályosodnak ki az olvadékból a klinkerásványok. Emellett az alkáliák növelik az olvadék viszkozitását is, ami elősegíti az összetapadást, a gyűrűképződést a kemencében. Az alkálitartalom csökkentésére $CaCl_2$, CaF_2 és vízgőz szublimátorok alkalmazását ajánlják.

Többen vizsgálták a különböző *klinkerásványok* oldódását és oldóképességét. *Kornyejev* szerint pl. a C_2S annyi CaO-t tud feloldani, hogy a CaO : SiO_2 súlyaránya a 2,2-t is eléri. *Timasov* és *Vasziljeva* megállapították, hogy az oldási sebességet az iondiffúzió határozza meg.

Okorokov és munkatársai 13–22% MgO-t tartalmazó salakok klinkergyártási nyersanyagként való felhasználhatóságát vizsgálták. Adataik szerint a salakból származó MgO igen finom eloszlású, apró periklász kristályok alakjában van jelen, így az ebből készített klinker még 8,5% MgO tartalom mellett is teljesen térfogatálló. Ha viszont a klinker MgO tartalma a mécskőből ered, akkor a periklász

aggregálódott, nagyobb szemcsékkel van képviselve, s már 6,6% MgO-tartalom is káros térfogatnövekedést okoz.

Kravcsenko, Lopatnikova, Kuznecova és Klasszen a redukációs égetési folyamatokkal és az ezzel kapcsolatos intenzív *klinkerporképződés* okaival foglalkoztak. Megállapításaik szerint a redukáló égetés több okból is káros hatású, ezek részletes ismertetésére azonban itt nincs hely kitérni.

Több előadás érintette a forgókemencében lejátszódó hőtechnikai folyamatok *modelllezési* és számítási kérdéseit, főleg a lehetséges jövőbeni automatizálás és optimalizálás szempontjából.

Kausanszkij, Butt és Timasov a *hűtési paramétereket* vizsgálták, s azt tapasztalták, hogy a szilárd oldatot képező alit és brownmillerit kb. 1200 °C-on szétesik. Ha ez a bomlás nem nagymértékű, a rács hibák szaporodása miatt még kedvező is lehet, mert ezáltal nő a klinker aktivitása, de ha túl lassú a hűtés, akkor a klinker szerkezete már jelentős károsodást szenved, mivel a szilárdság szempontjából értékes ásványok egy része is elbomlik.

Az *újszerű eljárások* és berendezések közül érdemes megemlíteni a következőket:

Stejermann a NIICement által kidolgozott ellenáramú aknás hőcserélőről számolt be, melyet a régi, nedves eljárásúró kombinált eljárására átalakított forgókemencéhez fognak alkalmazni a Szpartak cementgyárban.

Albac a nyersanyag meleg állapotban, nagy nyomáson való brikketálás utáni, aknakemencében történő égetésének eredményeit ismertette, melyek szerint meggyorsulnak a klinkerásvány képződési reakciók és csökken a szabad CaO tartalom a termékben.

A zsugorítórostélyos klinkerégetés újabb változatáról tartott előadást *Osabukov*. A 4–8 mm-es granáliákat a réteg teljes keresztmetszetében egyszerre égetik ki oly módon, hogy a gáz egy részét a rétegben égetik el, vagyis gyakorlatilag egy fekvő aknakemencét hoztak létre. A fajlagos hőfelhasználás e módszernél igen kedvező.

Goldstejn és Voszkreszenszkaja a Kohtla Jarve-i erőmű folyékony salakeltávolítású kazánjainál végzett villamos energia és cement-klinker egyidejű előállítására irányuló kísérleteiket ismertették.

Az *örlési szekcióban* elhangzott előadások többsége a cementörlési folyamatok, illetve az örlőberendezések paramétereinek javítása terén elért eredményekkel foglalkozott.

Krühtin és Nyikolajev az optimális nedvességtartalmat mézskő és nyersliszt esetében 1%-ban jelölik meg. *Rojak és Pirockij* az örlési folyamatot 3 szakaszra osztják, melyek során az anyag viselkedése különböző. A nagy örlési ellenállást tanúsító anyagok szemszerkezete egyenletesebb.

Nagyobb nedvességtartalom és magasabb hőmérséklet esetén azonos felület mellett romlik az őrlemény egyenletességi tényezője. Ugyancsak ezt eredményezi az egyedi őrlőbehatások számának csökkentése és energiájának növelése. Ez a romlás felületaktív anyagok adagolásával kisebbíthető, illetve megakadályozható.

Ivahno és Csulkova szerint a cylpebszeknek golyókkal történő felcserélése a malomteljesítmény növelését és az örlőtestkopás csökkenését eredményezi. Mész örlésénél 10% kvarchomok adagolással a fajlagos energiafelhasználás 50%-kal csökkenthető.

Butt és munkatársai az örlés során az anyagszemcsék rácshibáinak

növekedését és így aktivitásának fokozódását tapasztalták, ezt a felületen keletkező elektrosztatikus töltéssel magyarázzák.

A *körfolyamórló malmok* működésével foglalkozott *Csernyahovszkij* beszámolója. Különleges lapátkonstrukció kialakításával, a külső és belső lapátkoszorúk szabad átmérői arányának 0,33-ról 0,53-ra való növelésével 2500 cm²/g finomság mellett a fajlagos energiafelhasználás 28,7 kWó/t-ra csökkent és a teljesítmény 20%-kal nőtt.

Krühtin és *Zsarko* a *légsebesség* növelésével az ilyen malmoknál egyenletesebb szemcseösszetételt értek el, ezen felül pl. a 3 × 14 m-es szebrjakovói malmon 15% villamosenergia-megtakarítás mellett a teljesítmény 25–40%-kal növekedett.

Pirockij a *körbenjárasi tényező*t és a felületaktív anyagok hatását vizsgálta; 0,015–0,02% TEA adagolással javul az osztályozás hatásfoka, egyenletesebb lesz az őrlemény és a teljesítmény 15–25 százalékkal növekszik.

Ugyancsak felületaktív anyagok hatását vizsgálta *Asztrahanceva* és *Bojarsinov* is. Vegyipari melléktermékek (oxidátum, zsírsavpolimerek, magasabbrendű alkoholok és polietilénlikolok) adagolása növeli az anyag áthaladásának sebességét. Ezért ilyen esetben az optimalizálás céljából a töltetet a jobb térkitöltés érdekében módosítani és mennyiségét is növelni kell.

Pascsenko szerint magasabb hőmérsékletnél is jó eredményt ad mint őrlést segítő anyag a polimetil-, ill. polietilsziloxán 0,05–0,2% mennyiségben.

E szekcióban is több előadás foglalkozott az őrlési folyamat *modellezési* kérdéseivel, melyek ismertetését itt mellőzöm. Érdekes viszont *Akunov* elméleti megállapítása, aki azt állítja, hogy a golyósmalmoknál lényeges javulás már nem várható, s a jövő a nagysebességű gázsugárban történő autogén őrlésé.

Ehhez kapcsolódik *Tyihonov* és *Palamar* előadása, melyben a betongyárak részére kikísérletezett nedves cementőrlési eljárásukat ismertetik. A módszer lényege, hogy a cementpépet ultrahangos sugárcsővön átbocsátva tovább diszpergálják, ami kedvezően befolyásolja annak aktivitását.

Mironov és munkatársai a nedves őrlés új hidraulikus ún. „íves” osztályozóberendezéséről adtak számot, mely a 3 × 14 m-es malom teljesítményét 50%-kal növeli. Kidolgozás, ill. kísérletezés alatt van lágy anyagok őrlésére egy teljesen új konstrukciójú centrifugális berendezés, ahol az őrlő közeg szerepét víz tölti be.

Igen érdekesnek találjuk *Homeriki* beszámolóját egy merőben új típusú ún. „elektromágneses malom”-ról, melynek belsejében forgó elektromágneses mező mozgatja az őrlőtesteket, s amelynek paraméterei első hallásra szinte hihetetlennek tűnnek: így pl. igen kemény anyagok, mint a gyémánt őrlésekor fajlagos teljesítménye 30-szor, klinker őrlésekor pedig 20-szor nagyobb, súlya, méretei 10–12-szer kisebbek, fajlagos energiafelhasználása pedig 40–50%-kal kevesebb, mint a hagyományos golyósmalmoké.

Egy ilyen típusú, 20 t/ó teljesítményű malom jelenleg áll szerelés alatt a kaszpszki cementgyárban.

Ha ezek a malmok beválnak, ez új korszakot nyithat a cementőrlésben.

A különleges cementek szekciójában hangzott el a legtöbb előadás. Érdekes módon a *nagy kezdőszilárdságú* és *szupernagyszilárdságú*

cementekről már alig esett szó — ami azt bizonyítja, hogy ezek gyártása már mindennaposá vált.

Szatalkin és Csernyamin „700”-as — azaz a mi szabványunk szerint kb. 800-as feletti — szilárdságú cement üzemi gyártásáról számolt be, míg *Jersov* a további szilárdságnövelés kristálykémiailag alapjaival foglalkozott.

Sok előadást szenteltek a *vízépítési cementek* kérdés csoportjának. *Rojak* felhívta a figyelmet arra, hogy a vulkáni eredetű kiegészítő anyagok és az alkalmazott salakok sok alkálit visznek be a cementbe s ehhez kapcsolódtak *Tolockova* és munkatársai, majd *Tangyilova* és mások előadásai, akik a vízépítési cementhez felhasználható klinker alkáli tartalmának 0,6%-ban való maximálását javasolták, valamint azt, hogy a további korrózióveszély csökkentése érdekében a C_3S tartalom ne haladja meg az 50%-ot. A klinker alkáli tartalmának csökkentésére a nyersiszapba agyag helyett diatomitot használnak fel.

Dvorkin és Ivanova, továbbá *Higerovics és Nabokov* hidrofób plasztifikált vízépítési cement gyártási és felhasználási tapasztalatait ismertették. Hidrofobizáló anyagként oxidált petrolátumot és 10—18 szénatom láncú zsírsavak frakcionálási maradékait használták 0,2—0,25% mennyiségben. A beton ezáltal plasztikusabb és fagyállóbb lesz, s hőfejlesztése is kisebb.

Volzsenszkij és munkatársai 30—60% granulált kazánsalak adalékkal állítottak elő kis hőfejlesztésű, kb. 400-as cementet, melyet a krasznojarszk-i erőmű építkezésénél használtak fel.

A következő témacsoport a *kohósalakportlandcementek*hez kapcsolódik.

Nagy kezdőszilárdságú k. s. p. c. gyártási feltételeit tárgyalták *Szurkin* és mások, akik szerint a klinker optimális őrlésfinomsága 3000—4000, a salaké pedig 3000 cm^2/g körül van. *Pankratov* és *Koloszovszkaja* adatai alapján az 500-as k. s. p. c. gőzölés esetén még jobb eredményeket ad, mint az 500-as portlandcement, így a gőzölési idő 30%-kal lerövidíthető.

Cserkaszova és *Rojak* a gőzöléses technológiához használt k. s. p. c. klinkerére nézve 50—60% C_3S és 8—9% C_3A tartalmat találtak optimálisnak.

Gorskov a salakásványok összetételével és hidratációjával, *Rojak* és munkatársai pedig a salakok szerkezetével és kötőtulajdonságaikkal kapcsolatos vizsgálataikról adtak tájékoztatást.

Kirjajeva és munkatársai szerint a csimkenti foszforgyár salakja 15% mennyiségben káros hatás nélkül felhasználható cementkiegészítő anyagként, sőt nyersanyagkomponensként adagolva még hasznos is, mivel mineralizáló tulajdonságokkal bír.

Okorokov és mások a folyékony salakeltávolítású erőmű kazánoknál elégetésre kerülő szénporhoz örölt mészkövet adagolva nagy aktivitású, hidraulikus kiegészítő anyagként jól felhasználható salakot nyertek.

A *mélyfűrészi cementek* előállításával is sok kutató foglalkozott.

Danjusevskij társaival kis hőfejlesztésű, nagy korrózióállóságú, 80—200 °C között alkalmazható duzzadó mélyfűrészi cementről számolt be, a *Fridman* és mások által gyártott ilyen cement duzzadása pedig a 7%-ot is elérte. A duzzadás kinetikájával kapcsolatos vizsgálataikat *Larionova* és szerzőtársai ismertették.

A mélyfűrészi cementek különleges célokra használható fajtáiról,

így a 2—4% azbesztet tartalmazó ún. „szálas” cementről, az 5—7% bentonittal készülő gélcementről, a hidrofób, a „könnyített” és „nehézített” a különösen meleg fűrólyukakhoz használható, valamint a szilikát-hidrogránát típusú mélyfűrészi cementekről *Krivo-borodov, Rojak* és munkatársai, *Tolocskova, Tyihonov* és mások számoltak be.

A *fehér és színes cementek* témakörben *Gracsjan* az alkáli- és alkáli földfém kloridok kedvező fehéritő és mineralizáló hatását ismertette.

Bozsanov és *Holopova* anyagában színezett klinkerek gyártásáról és a színezési módszerekről beszélt, míg *Aljosina* és *Csisztyakov* a redukáló közegben való hűtés fehérségnövelő hatását elemezte. Az utóbbi módon készített és színező anyagokkal összeőrölt cement kiválóan alkalmas pl. színes a. c. termékek előállítására.

A *tűzálló cementekkel* kapcsolatosan 3 előadást tartottak.

Nyekraszova és *Taraszova* részint portlandcement alapú, részben pedig aluminátcement alapú tűzálló cementeket vizsgált. A portlandcementhez, vagy a nagy kezdőszilárdságú k. s. p. c.-hez adagolt finomra őrlt SiO_2 , timföld, vagy kromit adalékkal 200—1700 °C között e cementeket tűzállóvá lehet tenni, azonban a célra sokkal megfelelőbbek a 75%, vagy még több Al_2O_3 -at tartalmazó cementek. Ezek idomtégglák helyett való felhasználásával jelentős megtakarítás érhető el.

Aluminát alapú tűzálló cementeket gőzölve, ill. autoklávólva *Rojak* és *Kuznyecova* kedvező szilárdsági eredményeket kaptak, s ezért a gyors falazatjavítási munkáknál ajánlják a gőzölést.

Nem aluminátcementről, hanem nagy tűzállóságú alufoszfát kötőanyagról tartott előadást *Alexandrova*. Ez tulajdonképpen elektromosan olvasztott α -korund, mely eredetileg ortofoszforsav kötőanyaggal készül, s az égetés során kialakuló ortofoszfát 1700 °C-ig tűzálló. Szilárdsága még 1500 °C felett is eléri a 170 kp/cm² értéket, s 800 °C-on 20—30 rezzentést bír ki.

Tűzálló betonok kötőanyagaként használhatók a *Ba-tartalmú cementek*, melyekről *Kravcsenko* és munkatársai számoltak be. Előállítására a nyerskeverékbe baritot, valamint a BaSO_4 redukálása céljából kokszot adagolnak. A BaO főleg a belitbe épül be, stabilizálva annak magashőmérsékletű módosulatait. Túl sok BaO erősen csökkenti a klinker C_3S tartalmát. Az 5% BaO-t tartalmazó, 3000 cm²/g finomságúra őrlt cement igen nagy, (a mi szabványunk szerint kb. 800-as) szilárdságú, s jó a szulfátellenállása is.

Sr-ot, Cd-ot és Ba-ot kis mennyiségben tartalmazó cementeket vizsgált *Butt, Timasov* és *Ramankulov*. Ezek az adalékok elősegítik a klinkerképződést, javítják az örölhetőséget és az ilyen cementek a tiszta portlandcementnél valamivel jobban gőzölhetőek, így pl. alkalmazásuk révén a Csimkenti Betonelemgyárban a szükséges érlelési időt 3 órával csökkentették.

Fatyjeva és *Rubicina* kísérleteikben kimutatták, hogy a klinkerek számított és tényleges ásványi összetétele sokszor igen erősen eltérő, de a korrekció alapjául vehető egyértelmű összefüggést nem találtak.

Az *azbesztermékek*hez felhasználásra kerülő cementre vonatkozó követelményeket *Berkovics* foglalta össze: jó a magas alit és az alacsony alumináttartalom. A termék minősége erősen függ nemcsak a cement minőségétől, hanem szemszerkezetétől is, ezért javasolta utóbbinak a szabványosítását.

Sejkin a nagy repedésállóságú cementnél követelményként említette meg az alacsony gipsztartalmat és a nem túl nagy finomságot.

Aknák betonozására kidolgozott ún. *fröccs-cementet* ismertetett *Kaliscsuk*, mely cementből, adalékanyagból és kötésyorsítóból tevődik össze. A kötés 10' alatt befejeződik és a szilárdság 2 óra elteltével már 10 kp/cm². (Ez hasonló a hazánkban használatos SZIKKT-Rapidhoz).

Malinyin és *Breszler* a melegformázásos technológiához alkalmas cement tulajdonságait tárgyalva a C₃S tartalmat 55, a C₃A tartalmat pedig 10%-ban minimalta, emellett még a cementet igen finomra is kell őrölni. Ezzel a cementtel gőzölés nélkül 6 óra alatt a 28 napos szilárdság 40%-a érhető el.

Kancepolszkij és munkatársai égett agyagból és puccolán anyagból kis alumínattartalmú cementtel szulfátálló kötőanyagot állított elő. Javasolta az ilyen célra felhasználandó klinkerek C₃A tartalmát 2%-ban korlátozni.

Gipszkő v. foszfor-gipsz (70%) és vasas bauxit (30%) keverékét 1300 °C-on kiégetve kalciumszulfát-alumínátferrit cementet készített *Rosztenko*. Ennek 3000 cm²/g fajlagos felület mellett a szilárdsága a 600 kp/cm² értéket is eléri, nagy a szulfátállósága és szilárdulás közben 0,05–0,09% duzzadást is mutat.

Ciklonrendszerű berendezésben lebegtetéses módszerrel égetett klinkert vizsgált *Kogan*, aki közölte, hogy kellő finomságra őrölve (a nagy szabad CaO tartalom miatt) az ilyen cement a portlandcementtel azonos szilárdságú, de szulfátállósága jobb és zsugorodása is kisebb annál. Jelenleg tervezik egy ilyen típusú 1400–1500 t/nap teljesítményű berendezés felállítását, mely többszáz ezer rubeles megtakarítást eredményezhet.

Befejezésül hagytam a különleges cementek közül is kiemelkedő, merőben újfajta, cementeknek talán alig nevezhető kötőanyagokról szóló ismertetéseket, melyek az eddigihez képest jelentős továbblépést tükröznek.

Ezek elméleti alapjait *Szűcs* tárgyalta, megállapítva, hogy nem csak kerámiai és üvegtechnológiával lehet extrém tulajdonságú anyagokat előállítani, hanem kötőanyag technológiával is: így készülhetnek pl. speciális bevonatok, mágneses nemfémes anyagok, katalizátor hordozók stb.

Az egyik ilyen nagyobb kutatási terület a sav-bázis reakciók vizsgálata, amiről *Fjodorov* nemrég lapunkban is írt cikket, így ezt nem részletezem. A másik az MeO—E_xO_y—H₂O rendszerek vizsgálata, ahol az MeO az alkáliföldfém oxidokat, az E_xO_y pedig az amfoter és savas oxidokat jelenti.

Csemodanov beszámolójában ismertette az e területen végzett igen részletes vizsgálatait és utalt arra, hogy ezek közül az újfajta kötőanyagok közül soknak már ma is megvan a felhasználási területe, így pl. korrózióálló, tűzálló, meghatározott elektromos v. mágneses tulajdonságokkal rendelkező kötések létrehozása stb.

Összefoglalóan értékelve a konferenciát, elmondhatjuk, hogy számunkra rendkívül hasznos volt, mert bepillantást nyújtott a cementtechnológia és cementkutatás legújabb eredményeibe.

Kovács Róbert: A szovjet cementkutatás legújabb eredményei
Р. Ковач: Новейшие результаты советских исследований в области цемента

Kovács, Róbert: Neueste Resultate der Zementforschung in der Sowjetunion
Kovács, Róbert: New Results of Cement Research in the USSR

Hidrotermális hatások vizsgálata kötőanyagipari nyersanyagokon

HEGYI ISTVÁNNÉ —
VITÁLIS GYÖRGY
Szilikátipari Központi Kutató
és Tervező Intézet, Budapest

A kötőanyagipari nyersanyagok kutatása során, az elmúlt években a Cserhát hegységi Nagyszál hegy nyugati részét és ennek délkeleti előterében fekvő Gombás területét tártuk fel.

A nagyszáli mészkőkutató területen 28 db, összesen 3950 fm, a gombási agyagkutató területen 56 db, összesen 2660 fm magfúrás készült. A fúrási anyag laboratóriumi vizsgálata elsősorban a cement- és mészipari célra való minősítését szolgálta. E kutatás, valamint a nagyszámú és sokrétű anyagfeldolgozás, illetve anyagvizsgálat során lehetőség nyílt e területek földtani és ásvány-kőzettani felépítésének megismerésére, a területet ért különböző hidrotermális hatások és azok összefüggéseinek tanulmányozására.

*

A magyarországi Északi Középhegység területén a Börzsöny és a Mátra között elhelyezkedő Cserhát hegység délnyugati részén, az uralkodóan oligocén medenceüledékekből szigetszerűen emelkednek ki a főleg triász dolomitból és mészkőből álló ún. Dunabalparti hegyrögök (Nagyszál—szendehelyi rögök, Csóvár—nézsai rögesoport, romhányi és az alsópetényi rögök). A Dunabalparti hegyrögök és közvetlen környékét nyugatról a Börzsöny keletről a vulkáni Cserhát középsőmiocén andezit és andezittufa képződményei fogják közre.

A nyersanyagkutatás során részletesen tanulmányozott Nagyszál hegy nyugati részének legidősebb földtani képződménye a karni dolomit, melynek fedőjében a közel 200 m vastagságban feltárt, korábban egyneműnek vélt, valójában azonban agyagos mészkő, dolomitos mészkő, meszes dolomit, sőt alárendelten dolomit közbetelepülésekkel tarkított nóri „dachsteini” mészkőösszlet települ. A mészkőösszletet a terület töréses szerkezetével összefüggően, az egyes rögök szerint 0—60 m-ig

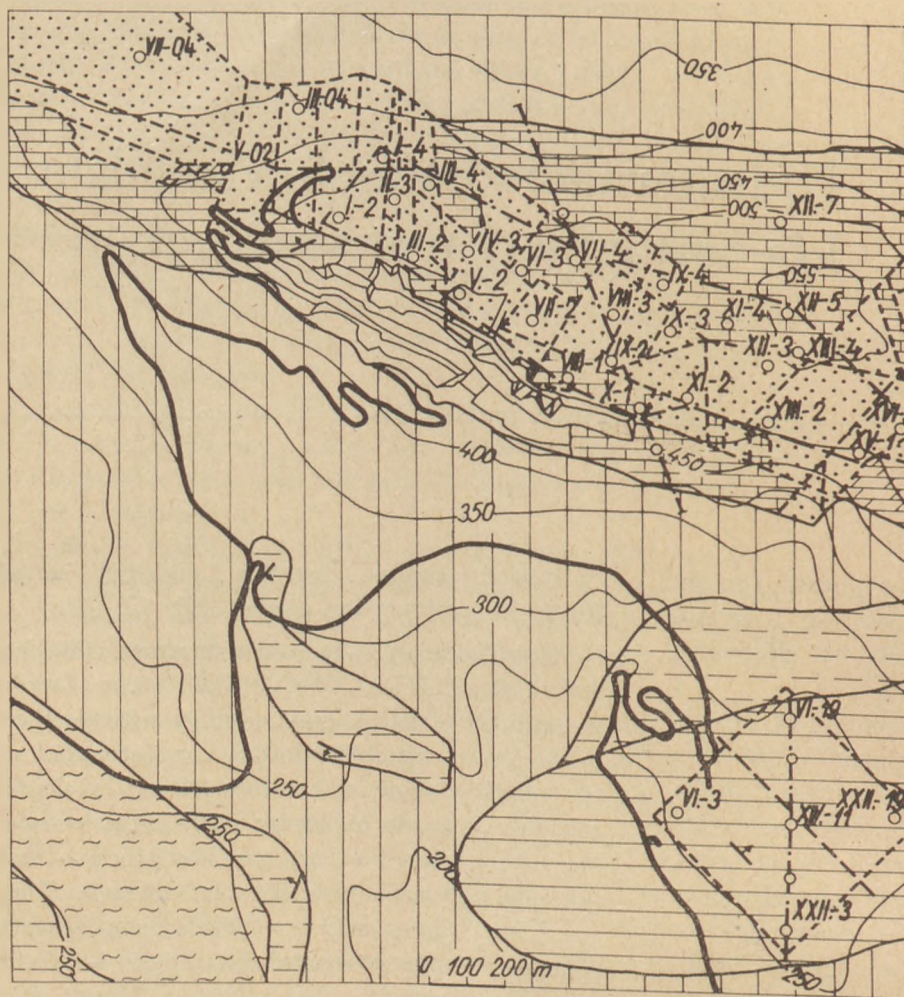
váltakozó vastagságú lattorfi „hárshegyi” homokkő és konglomerátum összlet fedi (1. ábra).

A terület keleti szegélyén a felszínen is látható, valamint a XIII-2, XV-1 és a XVI-3. sz. fúrással is harántolt karni dolomit elsődleges (tengeri) eredetű. A nóri mészkőösszletben kimutatott dolomitos mészkő, meszes dolomit és dolomit betelepülések hidrotermális hatásokra utaló megjelenésűek. Ezek keletkezését a nóri mészkövet ért — valószínűleg a Dunai andezithegység (Börzsöny hegység, Visegrádi hegység) és a Cserhát hegység középsőmiocén vulkánosságával összefüggő — hidrotermális metasomatózis okozta dolomitosodás eredményének tekintjük. A posztvulkáni hidrotermális tevékenység — a Budai hegységihez hasonlóan — a fiatalabb földtani korokban is folytatódott. A későbbi hidrotermális hatások nyomait, részint a fedő „hárshegyi” homokkő kovás kötőanyaga, részint a nóri mészkő, továbbá a rupéli „kiscelli agyag” (márgás aleurit) elváltozásai is mutatják. A pleisztocénban befejeződött (a Nagyszál hegy kiemelkedésével végetérő) hévforrás tevékenységet legszembetűnőbben a Dunai Cement- és Mészmű kőbányájában észlelt nagyobb (2,4—3,7 m vastag), valamint számos fúrásban is harántolt kisebb-nagyobb (0,1—0,7 m vastag) kalcittelérek szemléltetik.

* * *

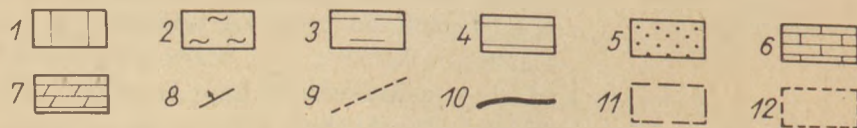
A hidrotermális metasomatózis, illetve a későbbi hévforrástevékenység okozta kőzetelváltozások az anyagvizsgálati eredményekkel is követhetőek.

A genetikai folyamatok szemléltetésére ezek közül, legjobban a derivatogramok és a mikroszkópi vékonycsiszolatok alkalmasak. A bemutatott típusminták kémiai összetételét a fúrások számozási sorrendjében az 1. táblázatban foglaltuk össze.



1. ábra. A Vác környéki nyersanyagkutatói területek földtani térképe (Jugovics L. és Szentes F. után kiegészítéssel)

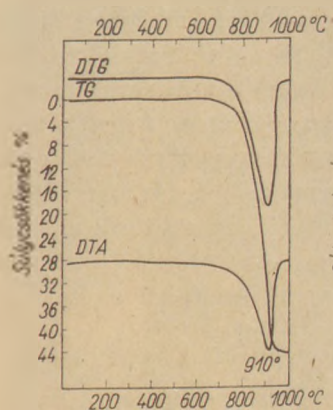
1. Homokos agyag, lűsz, lejtőtörmelék (pleisztocén).
2. Homok, agyagmárga (helvétí).
3. Agyagos homok, homok, homokkő (katti).
4. Márgás aleurit (rupéli).
5. „Hárshegyi” homokkő és konglomerátum (latterfi).
6. „Dachsteini” mészkő (nóri).
7. Dolomít (karni).
8. Rétegdőlés.
9. Törés.
10. Közlekedési út.
11. Nagyszőlő mészkőkutatói terület.
12. Gombási agyagkutatói terület.



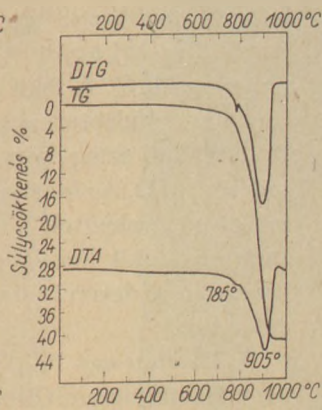
A típusminták kémiai összetétele

1. táblázat

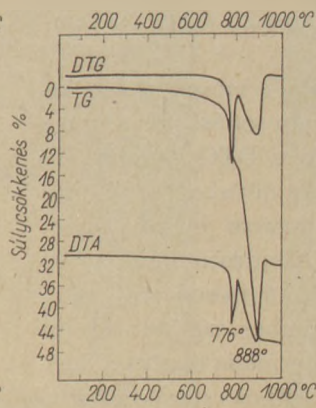
A mintavétel helye és mélysége (m)	A kőzet neve és földtani kora	Izzítási veszteség	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₄
			súly %							
IV-3/1,5	Kaolinos homokkő (latterfi)	10,50	53,75	27,58	6,15	0,98	0,14	0,10	0,70	0,19
V-02/39,2	Dolomitos mészkő (nóri)	45,17	0,43	0,14	0,17	44,19	9,68	0,19	0,09	0,04
V-02/60,9	Hidrotermálisan bontott mészkő (nóri)	40,81	4,54	2,50	0,26	51,36	0,10	0,10	0,10	0,24
VII-04/21,5	Hidrotermálisan bontott, pirites márgás aleurit (latterfi)	12,15	50,92	18,47	4,86	10,36	0,19	0,13	1,76	0,11
VIII-3/47,0	Dolomít (nóri)	45,80	0,48	0,24	0,12	32,16	20,27	0,68	0,20	0,02
VIII-3/160,0	Meszes dolomít (nóri)	45,14	0,50	0,13	0,10	42,14	11,30	0,28	0,09	0,01
X-1/29,0	Pirites mészkő (nóri)	42,27	2,23	1,60	0,88	52,54	0,10	0,10	0,10	0,55
XI-2/99,4	Limonitos vasérc	7,85	10,67	4,52	70,00	4,95	0,13	0,17	0,28	0,40
XII-7/10,0	Dolomitos mészkő (nóri)	41,09	5,88	0,33	0,84	47,73	3,49	0,23	0,14	0,05
XII-7/31,0	Kaolinos mészkő (nóri)	29,74	18,48	20,56	0,34	28,44	0,37	0,16	0,15	0,29
XII-7/45,0	Mészkő (nóri)	43,58	0,24	0,10	0,03	55,43	0,34	0,19	0,13	0,04
XII-7/65,0	Mészkő (nóri)	43,53	0,30	0,10	0,03	55,44	0,20	0,21	0,13	0,05
XII-7/175,0	Mészkő (nóri)	43,71	0,39	0,04	0,03	54,67	0,65	0,24	0,06	0,08
XXII-19/30,0	Márgás aleurit (rupéli)	13,78	50,52	13,79	5,63	10,06	2,92	0,50	1,92	0,99
XXII-19/72,4	Hidrotermálisan bontott márgás aleurit (rupéli)	14,52	49,00	15,84	5,58	11,17	1,48	0,22	1,64	0,06



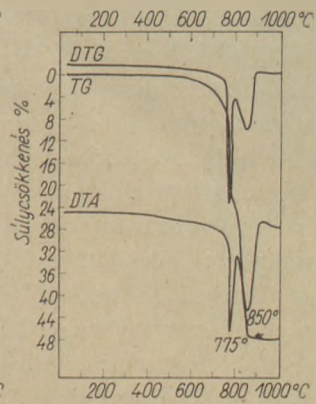
2. ábra. A nagyszáli XII-7. sz. fúrás 45,0 m-ből származó mészkő derivatogramja



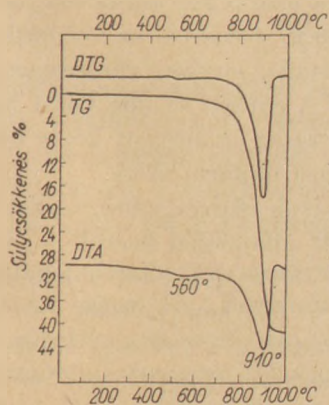
3. ábra. A nagyszáli XII-7. sz. fúrás 10,0 m-ből származó dolomitos mészkő derivatogramja



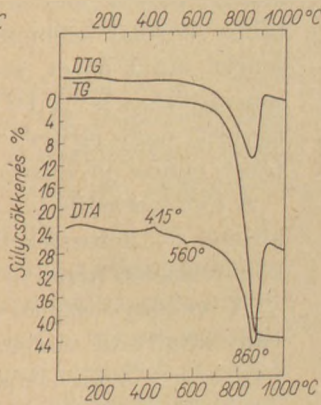
4. ábra. A nagyszáli VIII-3. sz. fúrás 160,0 m-ből származó meszes dolomit derivatogramja



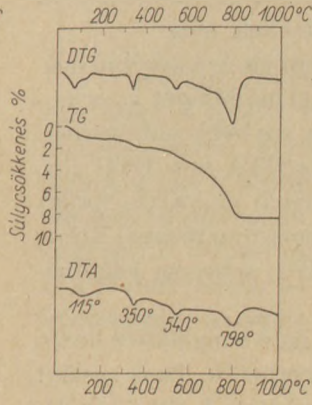
5. ábra. A nagyszáli VIII-3. sz. fúrás 47,0 m-ből származó dolomit derivatogramja



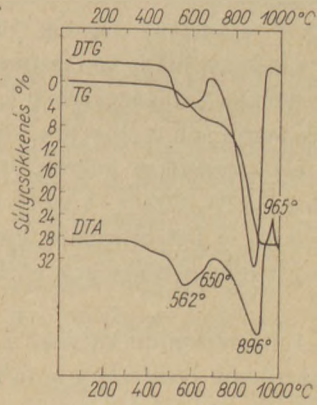
6. ábra. A nagyszáli V-02. sz. fúrás 60,9 m-ből származó hidrotermálisan bontott mészkő derivatogramja



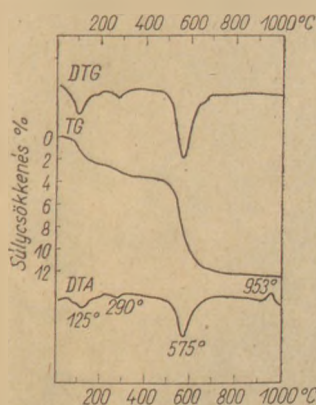
7. ábra. A nagyszáli X-1. sz. fúrás 29,0 m-ből származó pirites mészkő derivatogramja



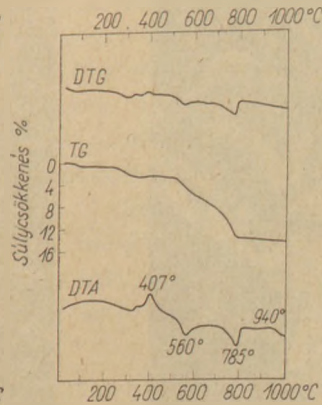
8. ábra. A nagyszáli XI-2. sz. fúrás 99,4 m-ből származó limonitos vasérc derivatogramja



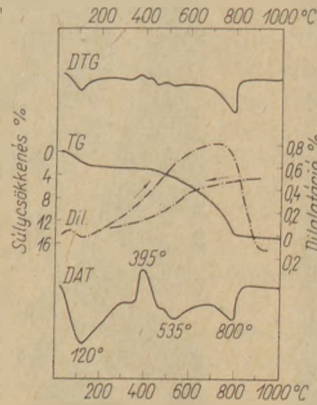
9. ábra. A nagyszáli XII-7. sz. fúrás 31,0 m-ből származó kaolinos mészkő derivatogramja



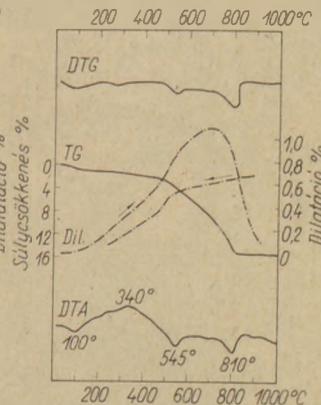
10. ábra. A nagyszáli IV-3. sz. fúrás 1,5 m-ből származó kaolinos homokkő derivatogramja



11. ábra. A nagyszáli VII-04. sz. fúrás 21,5 m-ből származó hidrotermálisan bontott, pirites márgás aleurit derivatogramja



12. ábra. A gombási XXII-19. sz. fúrás 30,0 m-ből származó márgás aleurit derivatogramja



13. ábra. A gombási XXII-19. sz. fúrás 72,4 m-ből származó hidrotermálisan bontott márgás aleurit derivatogramja

A nagyszáli „dachsteini” mészkő derivatogramját a 2. ábra szemlélteti.

A 3–5. ábra derivatogramjai a mészkő másodlagos (metaszomatikus) dolomitizációs folyamatát szemléltetik. Az ábrák DTA és DTG görbéin 770 °C felett látható dolomit csúcs növekedése jól mutatja a dolomitizált mészkő, a meszes dolomit és dolomit közötti átmeneteket. A hidrotermális metasomatózissal összefüggő dolomitizációról részletesen a hivatkozott irodalomban számoltunk be.

A kőzetet ért enyhe hidrotermális bontás a derivatogram DTA görbéjén 550 °C-os csúshőmérsékletű endoterm hajlattal jelentkezik (6. ábra). Az 550 °C körüli, feltehetően kvarcra, illetve agyag-ásványnyomokra utaló hajlat mellett egyes esetekben a hidrotermális ásványtársulásokra jellemző piritesúcs (7. ábra, 415 °C exoterm), a limonitos vasérre jellemző (8. ábra, 350 °C endoterm) és a kaolinizációra utaló (9. ábra, 562 °C endoterm és 965 °C exoterm) csúcsok jelennek meg.

A hidrotermális metasomatózis és a későbbi hidrotermális hatások időbeli különállóságát a termogramokon is követhetjük. Az enyhébb hidrotermális elváltozásokra jellemző (a DTA és a DTG görbéken 500–600 °C között levő) endoterm hajlat ugyanis, a hidrotermális metasomatózissal keletkezett dolomitizációk görbéin sohasem jelentkeznek.

A hidrotermális hatások a fedő homokkő és konglomerátum összletben is követhetők. Ezek részint kaolinit (10. ábra), részint pirit (11. ábra) kiválásokat eredményeztek.

A gombási agyagkutató területen (1. ábra) a

latterfi „hárshegyi” homokkő és konglomerátum a rupéli „kiscelli agyag” (márgás aleurit) fekvőjében helyezkedik el. A fekü közelében a márgás aleurit ugyancsak hidrotermálisan elváltozott részeket tartalmaz, ami az egykori hévforrások nagyobb elterjedésére utal. A hidrotermák a márgás aleurit összletben megrekedtek és főleg, csak a törés mentén, illetve a fekü közelében okoztak elváltozásokat, amelyek a derivatogramok segítségével is kimutathatók.

A 12. ábra egy üde, a 13. ábra pedig egy hidrotermális hatásra elváltozott márgás aleurit derivatogramját mutatja. A kétféle állapotú kőzetminta görbéin a pirit (400 °C körüli exoterm csúcs) megjelenésében látható lényeges különbség. A melegvíz ugyanis a „kiscelli agyag”-ban levő piritet oxidálja, a kénsav a karbonátokat és a szilikátokat elbontja, míg a vas oxid-, hidroxid-formában visszamarad. Erre a bontásra utal a két minta SO₃ tartalma közötti különbség, továbbá az eredetileg szürke színű kőzet, sárgás, enyhén vörösesbarna színváltozása is. A DTA görbén az üde kőzet határozott nagy piritesúcsa az elváltozott kőzet esetében elmosódó, exoterm hajlattá válik.

A hidrotermális hatások okozta változásokat a kőzetek – keresztezett nikolokkal készült – vékonyseizolati képei (1–6. kép) is jól szemléltetik.

A vékonyseizolatok fényképfelvételét és ásvány-kőzettani vizsgálatát a Nehézipari Műszaki Egyetem Ásvány-Kőzettani Tanszékén Csordás István okl. geológus végezte.

A képeken bemutatott jellemző kőzetszöveteken egyöntetűen, helyenként szerves maradványokat



1. kép. A nagyszáli XII-7. sz. fúrás 10,0 m-ből származó dolomitizált mészkő vékonyseizolata



2. kép. A nagyszáli V-02. sz. fúrás 39,2 m-ből származó dolomitizált mészkő vékonyseizolata



3. kép. A nagyszáli XII-7. sz. fúrás 175,0 m-ből származó mészkő vékonyseizolata



4. kép. A nagyszáli XII-7. sz. járás 65,0 m-ből származó mészkő vékonyecsiszolata



5. kép. A nagyszáli V-02. sz. járás 60,9 m-ből származó hidrotermálisan bontott mészkő vékonyecsiszolata



6. kép. A nagyszáli VII-04. sz. járás 27,5 m-ből származó „hárshegyi” homokkő vékonyecsiszolata

tartalmazó pelites mikrit alapanyag látható, amelyet a hidrotermális folyamatok megismétlődésének megfelelően, egymást keresztező kalcitérhálózat jár át. A képek a területet ért mikrotektonikai hatásokat is jól tükrözik.

Az 1. kép erősen megbontott, jellegzetesen átkristályosodott — metasomatikusan dolomitósodott pelites mikrit alapanyagot — mutat, melyben kisebb halmazokban dolomitos szparitok jelennek meg. A 2. képen az alapanyagok fiatalabb tektonikai hatásokat mutató, többgenerációs repedéshálózat szeli át, melyet durvább kristályos, kovás, dolomitos kalciterek töltenek ki. A 3. képen jól körvonalazott szerves maradványok és a kőzet szövétét átszövő kalcitos érhálózat mentén kiszélesedő kovás, dolomitos, kalcitos fészkek helyezkednek el. Az ugyancsak pelites mikrit alapanyagot bemutató 4. képen szerves maradvány nyomvonalak, durva kristályos kalcitot tartalmazó fészkek és ezekkel összefüggő kalcitérhálózat látható. Az 5. kép jól körülhatárolható középszemcsés, dolomitos kalcitot és azt átharántoló teléres benyomást keltő, kifejezetten durvakristályos, kovás, dolomitos részletet szemléltet. A 6. képen egy kifejezetten metamorf kvareből álló és részben irányított szöveti jellegű, kovás kötőanyagú homokkővet mutatunk be.

Megjegyezzük, hogy a mészkövet harántoló kalciterekben észlelt kovás részletek a közeli kristályos alaphegységet érintett, a dolomit pedig a fekü dolomitot átjárt hidrotermálakkal hozhatók kapcsolatba.

A vizsgálati eredmények összevetéséből kitűnik, hogy a terület nóri mészkő és rupéli agyag nyersanyagának kötőanyagipari célra való használhatóságát a hidrotermális hatások gyakorlatilag nem befolyásolják. A nóri mészkövet ért metasomatikus dolomitósodás, illetve a szennyező ionok is csak abban az esetben okoznak zavart, ha feldúsulásuk az előírt határértéknél nagyobb.

IRODALOM

- Hegyi-Pakó, J.: A Vác—Gombás-i agyagminták hidrotermális elváltozásainak derivatográfiai vizsgálata. *Hidrológiai Tájékoztató*, 1968. június, 70—72.
- Vitális, Gy.—Hegyi-Pakó, J.: Geological, Mineralogical and Petrographical Examinations in the Course of Explorations for Binding Raw Materials in the Neighbourhood of Vác. *Acta Univ. Szegediensis Miner. — Petr.* XVIII. 2. Szeged, 1969. 157—166.
- Vitális, Gy.—Hegyi-Pakó, J.: Hidrotermális és metasomatikus jelenségek a váci Nagyszál nyugati részén. *Hidrológiai Közöny*, 49. 1969. 148—158.
- Vitális, Gy.—Hegyi-Pakó, J.: Metasomatic dolomitization on the Western Part of the Nagyszál Mountain. *Acta Univ. Szegediensis Miner. — Petr.* XIX. 1. Szeged, 1969. 95—99.

Hegyi Istvánné—Vitális György: Hidrotermális hatások vizsgálata kötőanyagipari nyersanyagokon

И. Хедь—Д. Виталиш: Исследование влияния природного гидротермального воздействия на свойства сырьевых материалов промышленности вяжущих веществ

Frau Hegyi, István—Vitális, György: Die Untersuchung von hydrothermalen Wirkungen an Rohmaterialien der Bindemittelindustrie

Hegyi, Judit—Vitális, György: Hydrothermal Effects upon the Raw Materials of the Cement Industry

Olvasztott magnéziumoxid-dús portlandcementek*

BUTT, YU. M. —
VOROBJEVA, M. A. —
DRAGOI,

„Mendelejev” Kémiai-Technológiai
Intézet, Moszkva

B E V E Z E T É S

A nagy magnézium-oxid tartalmú portland cementek (a továbbiakban röviden magnézia-portlandcementek) abban különböznek a közönséges portlandcementektől, hogy nagyobb mennyiségű MgO-t tartalmaznak.

A nagyobb mennyiségű MgO jelenléte belső feszültségek fellépését okozza (a MgO lassú hidratációja miatt), ami a beton teljes tönkremeneteléhez vezethet. Ezen az alapon korlátozzák a szabványok a cementek MgO tartalmát (2,5–6,4% közt). A MgO-tartalomnak ez a korlátozása a portlandcement nyersanyagbázisának jelentős leszűküléséhez vezet. Emiatt van a magnéziaportlandcement gyártásának nagy gyakorlati és tudományos jelentősége.

Megállapították, hogy a periklász hidratációs sebessége a keletkezési hőmérséklettől [1], (2), (11), és a kristálmérettől függ [12]. Ezen kívül nagy MgO-tartalmú salakok cementgyártáshoz való felhasználhatóságának tanulmányozása közben arra a megállapításra jutottak, hogy azok egy későbbi duzzadási hatás fellépésének veszélye nélkül felhasználhatók. Ebben az értelemben az olvasztott magnézia-portland cementek előállítási lehetőségeinek vizsgálata nagy jelentőségű, mivel utóbbi a kohósalakoktól csak kémiai összetételben különbözik. Az első kísérleteket olvasztott magnézia-portland cementek előállítására a Szovjetunióban Rojak és munkatársai végezték. [3] Ők 8% MgO-t tartalmazó cementet kaptak, amely a 4 órán keresztül 20 atm nyomáson végzett térfogatállósági vizsgálatot kiállta. Lucinin és munkatársai [4] egy laboratóriumi ívkemencében egy olyan 12% MgO-

tartalmú cementet állítottak elő, amely szintén kiállta a térfogatállósági vizsgálatot autoklávban.

Hangsúlyozni kell azonban, hogy a szerzők a kísérleti körülményeket nem adják meg. Goldstejn [5] is elő tudott állítani laboratóriumban 12% MgO-tartalmú, jó térfogatállandóságú olvasztott magnéziacementet. Az eddig elvégzett vizsgálatok azt mutatják, hogy a magnézia-portland cementek tulajdonságai nagymértékben a kristályosodási folyamattól és a MgO-kristályok egyenletes eloszlásától függenek. Azt is megállapították, hogy a MgO kristályosodásának folyamata (a kristályok nagysága és eloszlásuk egyenletessége) az égetési hőmérséklettől és különösen a hűtési sebességből függ. A legfontosabb tényező jó minőségű magnézia-portland cementek előállításakor azonban mégis azok kémiai és ásványtani összetétele marad.

A szakirodalom adatai szerint [13], [6], a MgO a klinkerekben a következő ásványtani változatokban fordul elő: periklász-kristályok, klinkerásványokkal alkotott szilárd oldatok, vagy pedig oldott állapotban az üveges fázisban. A cementek térfogatállandósága szempontjából nem kívánatos forma a periklász. Ezért törekednek jó magnézia-portlandcement előállításakor olyan kémiai és ásványtani összetétel elérésére, amely a MgO-t olyan formában tartalmazza, amely nem okoz duzzadást a megszilárdult betonban, azaz vagy szilárd oldat formájában, vagy feloldva az üveges fázisban van jelen a MgO. Koyanagi és Sudoh [14] megállapították, hogy a C_3S kristályrácsa szilárd oldat formájában kb. 1,5% MgO-t tud felvenni. Ugyanerre az eredményre jutottak más szakemberek is [7].

Müller—Hesse és munkatársai [15] feltételezik, hogy a βC_2S kristályrácsa kb. 0,5% MgO-t tud felvenni. A C_3A a kristályrácsába kb. 2,5%-ot, míg az alumoferrit fázisok kb. 1–2% MgO-t tudnak fel-

* Elhunzott a IX. Szilikátipari Konferencián

venni [8]. Toropov adatai szerint [6] az üveges fázis kb. 5–6% MgO-t tud feloldani.

Ezenkívül megemlíti a szakirodalom azt is, hogy cementklinkerekben a MgO előfordulhat ternér vegyületek, pl. monticellit, mervinit vagy spinellek formájában is. A fent említett adatok 1450–1500 °C-os égetési hőmérsékletet feltételeznek.

Kísérleteink során az égetési hőmérsékletet a klinkerásványok olvadáspontjáig emeltük. A kapott eredmények arra a végkövetkeztetésre vezettek, hogy az égetési hőmérséklet emelése nem eredményezi a fentemlített ásványi komponensek MgO tartalmának növekedését [8]. Az égetési hőmérséklet és a klinker hűtési sebessége azok a tényezők, amelyek a MgO kristályosodási folyamatát befolyásolhatják. Az égetés során a MgO tulajdonságai átfogó változásokon mennek keresztül, amikor is annak vízhez való reakcióképessége lecsökken. Következésképpen olvasztott magnézia-portlandcementekben levő MgO sokkal jobban ellenáll a hidratációnak, mint a közönséges cementekben levő MgO. Ebből adódóan olvasztott magnéziacementek jobb térfogatállósággal rendelkeznek, mint ugyanolyan, szokásos módon előállított magnéziacementek.

Gille [12] vizsgálatai azt mutatták, hogy a periklász hidratációs sebessége nagymértékben függ a kristályok nagyságától is, mégpedig növekszik az utóbbi csökkenésével. Ez az összefüggés domborodik ki a saját és más szerzők kísérleteiből is [8], [19], [9], [20].

Az említett munkák azt mutatják, hogy a klinker gyors hűtése mindig célszerűbb, mert így jó minőségű portlandcement előállítása biztosítható. Ez a viselkedés azon a tényen alapul, hogy a MgO legnagyobb része üveges fázisban van jelen és a keletkezett periklász kristályok apró szeműek, s így nem okoznak duzzadást.

ELVÉGZETT VIZSGÁLATOK

Az általunk kapott eredmények [8], [10], azt mutatták, hogy az üveges fázisban feloldott MgO mennyisége — ebben az állapotban a MgO teljesen inert — a cementek ásványi összetételétől függ. Tiszta klinkerásványokkal végzett kísérletek eredményeképpen a MgO feloldódási képességére a klinkerásványokban a következő sorrend adódott:



Magától értetődően azokban a cementekben, amelyek az összes ásványi alkotót tartalmazzák olyan kölcsönhatások érvényesülnek, amelyek a MgO

kristályosodását is befolyásolhatják. Ennek ellenére elfogadható az az álláspont, hogy a MgO kristályosodását főleg az az ásvány befolyásolja, amelyik az adott cementre jellemző. Ezen mérlegeléseknek megfelelően 7 klinkermintát készítettünk, amelyek összetételét az 1-es táblázat tartalmazza.

Minden minta MgO tartalma 10, illetve 15% volt. A klinkerek olvadási hőmérsékletei 1850 °C körül ingadoztak. A hűtés vízben vagy levegőn történt; néhány esetben a kemencében lassan 1600 °C-ig hűtve majd gyorsan vízbe ejtve.

A kísérletekhez nyersanyagként tiszta SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ és CaCO₃-t használtunk fel. A mintákat különleges építésű lángkemencében égettük. Tüzelőanyagként bután-hidrogén keverék szolgált. A mintákat MgO-tégelyekben égettük ki. Az előállított klinkereket mikroszkópiai és röntgenográfiai vizsgálatoknak vehettük alá.

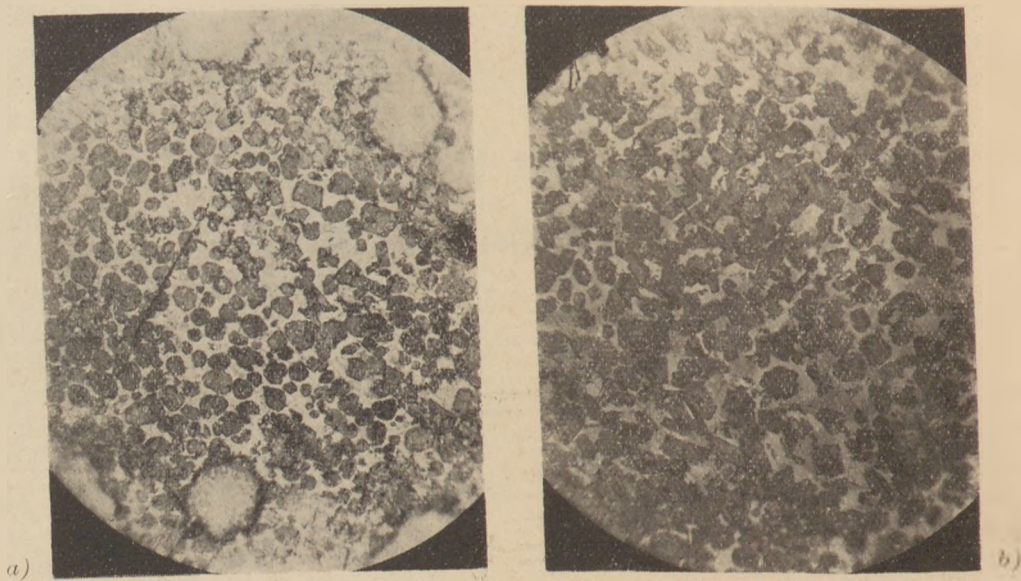
A klinkerek 5% gipsz adalékkal történt őrlése után kapott cementeket autoklávban 4 órán keresztül, 8 atm-tér fogatállóságra megvizsgáltuk. Ezen kívül ugyan ezekből a cementekből 1 : 3 cement-homok arányú plasztikus habarcskeverékkel szilárdságvizsgálatot is végeztünk. A térfogatállandósági vizsgálatokat 10 × 10 × 30 mm nagyságú, a szilárdság vizsgálatokat 14,1 × 14,1 × 14,1 mm nagyságú próbatesteken végeztük el.

EREDMÉNYEK

Mind az olvasztott, mind a zsugorított klinkerek mikroszkópiai vizsgálatát visszavert fényben végeztük.

A vizsgálatok eredményeiből kitűnik, hogy az olvasztott klinkerek mikrostrukturája alapvetően eltér a zsugorított klinkerek mikrostrukturájától. Az olvasztott klinkerekben a C₃S erősen elnyújtott, hasáb alakú kristályokban található, míg a βC₂S apró, kerek kristályokat képez (1. és 2. ábra). A kristályok méretének ingadozásait olvasztott cementeknél csak a hűtési sebesség befolyásolja.

A MgO kristályosodási folyamatát első sorban az égetési hőmérséklet határozza meg. Mint ahogy az a 3. ábra mikrofelveleiből kitűnik 1380 °C-on égett klinker esetében a periklász kristályok formája nagyon hasonlít ahhoz az ideális geometriai kristályformához, amely általában az üveges fázisban oszlik el. A kristályok mérete 5–30 μm közé esik. A hűtésnek ez esetben sem a kristály alakjára, sem nagyságára nincs lényeges hatása. A megolvasztott klinkerekben a periklász halmazokban vagy az egész klinkerben egyenletesen elosztott apró, kerek kristályok formájában található. A



1. ábra. A „D” összetételű klinker kristályosodásának menete 1380 °C-os égetés mellett
 a) vízben hűtve, b) levegőn hűtve, n) 40 HCl-ben maratva, $\times 400$. Visszavert fény

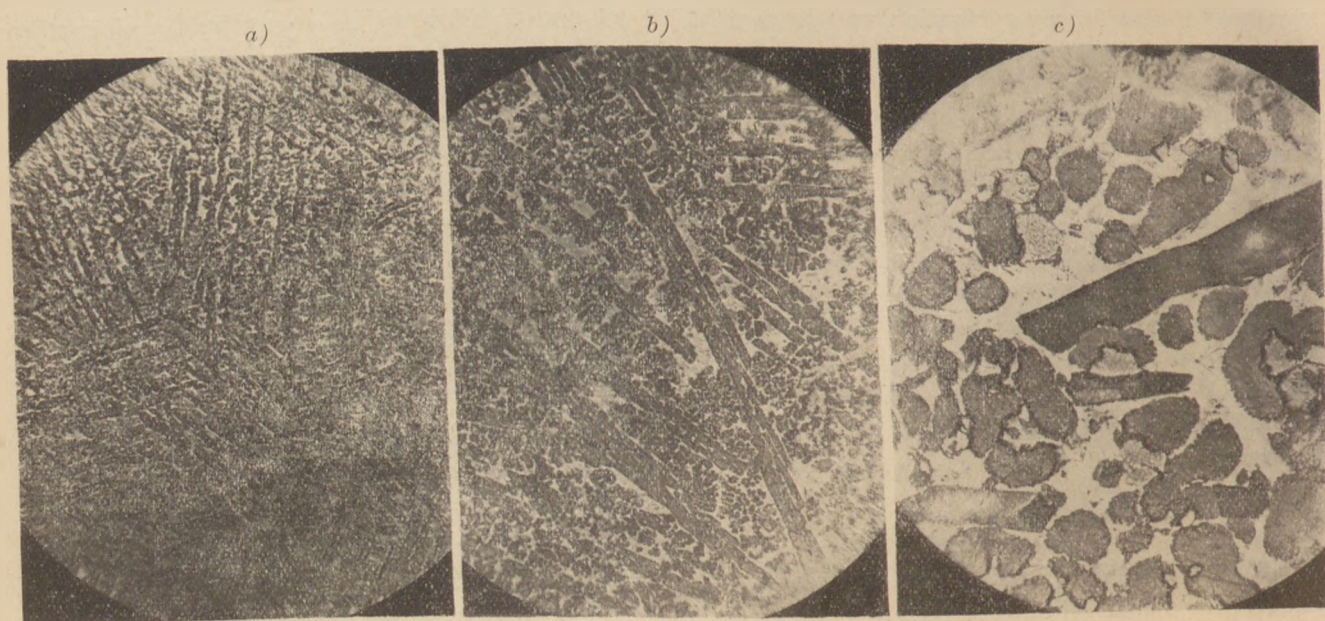
kristályok nem nagyobbak 15 μm -nél. (A kristályok többségének mérete 5–10 μm között van). A periklász kristályok méretének jelentős ingadozásai csak a lassan és gyorsan (levegőn vagy vízben hűtött) mintákon észlelhetők (4. ábra).

Klinkerek röntgendiffrakciós vizsgálatai azt mutatják, hogy az egyes ásványi összetevőkre jellemző maximális elhajlási értékek MgO vagy más oxidok jelenlétében megváltoznak. A röntgendiffrakció útján azonosított fázisok minden esetben ellentmondanak a számított ásványi összetételnek. A vizsgálatok igazolják a szabad MgO jelenlétét mindazokban a klinkerekben, amelyeknél a jelen-

levő szabad MgO mennyisége meghaladja a röntgendiffrakciós kimutathatóság alsó határát.

Az 5. ábrán láthatók a $d_x = 2,10 \text{ \AA}$ -ös vonal intenzitásértékei olvasztott és közönséges úton előállított klinkerek esetében. Egyidejűleg látható a hűtési sebesség befolyásoló hatása is.

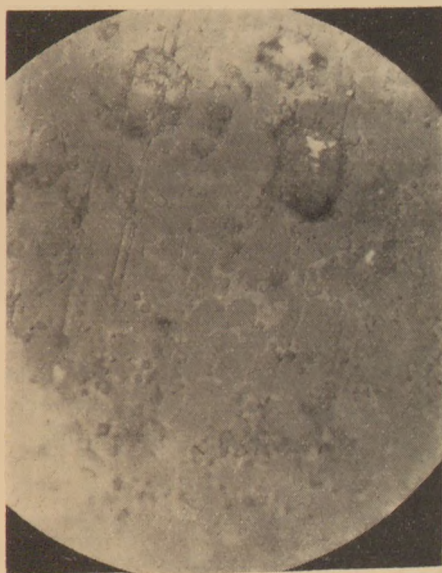
Ezekből az adatokból kitűnik, hogy minden megolvasztott klinkerben a $d = 2,10 \text{ \AA}$ -ös vonal intenzitása kisebb, mint a közönséges úton előállított klinkerekben. Ebből az következik, hogy megolvasztott klinkerekben kevesebb szabad MgO fordul elő, s ezt a tényt a mikroszkópiai vizsgálatok is



2. ábra. „D” összetételű olvasztott klinker kristályosodásának menete
 a) vízben hűtve, b) levegőn hűtve, c) lassan hűtve, n) 40 HCl-ben maratva, $\times 400$. Visszavert fény

Klinkerek ásványi és kémiai összetétele

Cement jele	Ásványi összetétel					Kémiai összetétel			
	C_3S	C_2S	$C_{12}A_7$	C	C_4AF	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO
A	—	75	—	10	15	26,17	8,45	6,21	59,17
B	—	75	10	—	15	26,17	7,21	6,21	60,41
C	25	50	10	—	15	24,02	7,21	6,21	62,56
D	50	25	—	10	15	21,87	8,45	6,21	63,47
E	50	25	10	—	15	21,87	7,21	6,21	64,71
F	50	25	—	17	8	21,87	12,01	3,31	62,76
G	50	25	—	—	25	21,87	3,35	10,02	64,26



3. ábra. 1380 °C-nál égetett „B” összetételű klinkerben levő MgO kristályosodásának menete
Visszavert fény. $\times 400$

bizonyították. A hűtési sebességnek kisebb a befolyása, mint az az 5. ábrán is látható.

A fizikai-mechanikai vizsgálatok eredményeit (térfogatállandóság, nyomószilárdság) a 2. táblázat tartalmazza. A térfogatállandóságra vonatkozó adatokból a következő megállapítások tehetők:

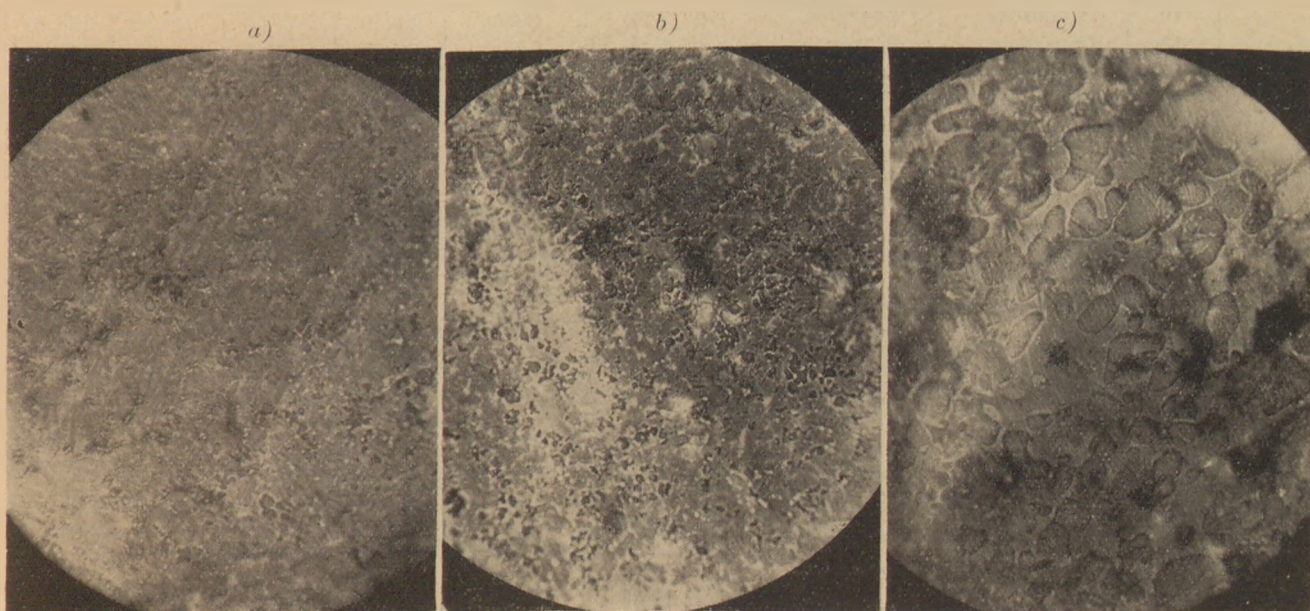
– olvasztott cementekben a MgO tartalom lényegesen magasabb lehet, mint közönséges cementekben,

– cementek ásványi összetétele az olvasztott cementek térfogatállandóságára nagy hatással van.

A C_3S tartalom növekedésével nő a térfogatállandóság is.

Így az „A” és „B” cementek a térfogatállandósági vizsgálatot csak 10% MgO tartalomig állták ki. A MgO tartalomnak 15%-ra való emelése mind az olvasztott, mind a közönséges cementeknél a próbatestek széteséséhez vezetett.

A „C” cement tartalmának 25%-ra való növe-



1. ábra. Olvasztott cementekben levő MgO kristályosodásának menete („D” összetételű klinker)
a) vízben hűtve, b) levegőn hűtve, c) lassan hűtve. Visszavert fény, $\times 400$

Duzzadás és szilárdság értékek

2. táblázat

Minta jele	MgO 0/0	Előállítás módja	Hűtés módja	Hasábok duzzadása 0/0		Nyomószilárdság kp/cm ²			
				vízgőz	autokláv	3 nap	7 nap	28 nap	90 nap
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	10	Zsugorítás	Vízben	0,00	0,00	13,60	37,00	43,00	104,25
	10	Zsugorítás	Levegőn	0,00	0,00	13,40	37,50	48,20	92,20
	15	Zsugorítás	Vízben	0,00	szétesett	14,01	16,30	25,00	101,23
	15	Zsugorítás	Levegőn	0,00	szétesett	11,10	30,00	39,20	87,17
	10	Olvasztás	Vízben	0,00	0,00	15,00	30,00	42,50	131,35
	10	Olvasztás	Levegőn	0,00	0,00	17,50	25,00	37,50	66,72
	15	Olvasztás	Vízben	0,00	szétesett	22,50	25,50	37,50	112,59
	15	Olvasztás	Levegőn	0,00	szétesett	22,50	25,50	29,20	62,55
	15	Olvasztás	Lassú	0,00	szétesett	—	—	—	—
	15	Olvasztás	Lassú	0,00	szétesett	—	—	—	—
B	10	Zsugorítás	Vízben	0,00	0,00	27,50	32,50	33,60	91,74
	10	Zsugorítás	Levegőn	0,00	0,06	27,50	35,00	39,10	85,72
	15	Zsugorítás	Vízben	0,00	szétesett	13,40	17,50	20,80	79,23
	15	Zsugorítás	Levegőn	0,00	szétesett	17,50	22,50	28,80	83,40
	10	Olvasztás	Vízben	0,00	szétesett	22,50	27,50	41,70	158,46
	10	Olvasztás	Levegőn	0,00	szétesett	27,50	27,50	45,80	95,91
	15	Olvasztás	Vízben	0,00	szétesett	22,50	25,50	53,40	166,80
	15	Olvasztás	Levegőn	0,00	szétesett	27,50	30,00	41,60	133,44
	15	Olvasztás	Lassú	0,00	szétesett	—	—	—	—
	15	Olvasztás	Lassú	0,00	szétesett	—	—	—	—
C	10	Zsugorítás	Vízben	0,00	0,16	13,70	25,50	62,80	181,29
	10	Zsugorítás	Levegőn	0,00	0,34	18,10	25,00	44,70	177,29
	15	Zsugorítás	Vízben	0,00	0,25	17,80	22,50	63,60	181,00
	15	Zsugorítás	Levegőn	0,00	0,38	19,20	27,50	73,80	168,88
	10	Olvasztás	Vízben	0,00	0,00	30,00	35,00	120,90	200,10
	10	Olvasztás	Levegőn	0,00	0,00	27,50	40,00	87,50	185,56
	15	Olvasztás	Vízben	0,00	0,08	20,00	25,00	95,80	200,16
	15	Olvasztás	Levegőn	0,00	0,20	22,50	25,00	58,30	164,25
	15	Olvasztás	Lassú	0,00	szétesett	—	—	—	—
	15	Olvasztás	Lassú	0,00	szétesett	—	—	—	—
D	10	Zsugorítás	Vízben	0,00	0,42	25,00	37,00	62,50	137,61
	10	Zsugorítás	Levegőn	0,00	0,42	27,10	42,50	87,70	181,39
	15	Zsugorítás	Vízben	0,00	0,83	22,50	57,50	84,80	185,56
	15	Zsugorítás	Levegőn	0,00	0,98	20,40	32,50	54,10	143,86
	10	Olvasztás	Vízben	0,00	0,00	37,50	72,50	167,50	175,14
	10	Olvasztás	Levegőn	0,00	0,02	32,50	52,50	100,10	166,80
	15	Olvasztás	Vízben	0,00	0,40	22,50	52,50	120,80	208,50
	15	Olvasztás	Levegőn	0,00	0,23	25,00	65,00	112,80	204,33
	15	Olvasztás	Lassú	0,00	szétesett	—	—	—	—
	15	Olvasztás	Lassú	0,00	szétesett	—	—	—	—
E	10	Zsugorítás	Vízben	0,00	1,21	37,50	50,00	91,80	168,88
	10	Zsugorítás	Levegőn	0,00	0,82	28,90	50,00	83,60	177,22
	15	Zsugorítás	Vízben	0,00	szétesett	32,50	47,50	102,30	145,95
	15	Zsugorítás	Levegőn	0,00	szétesett	25,00	42,50	86,70	145,95
	10	Olvasztás	Vízben	0,00	0,00	45,00	92,50	167,50	262,71
	10	Olvasztás	Levegőn	0,00	0,00	37,50	87,50	162,50	233,52
	15	Olvasztás	Vízben	0,00	0,05	75,00	120,00	185,00	271,05
	15	Olvasztás	Levegőn	0,00	0,33	62,50	95,00	142,40	264,79
	15	Olvasztás	Lassú	0,00	szétesett	—	—	—	—
	15	Olvasztás	Lassú	0,00	szétesett	—	—	—	—
G	10	Olvasztás	Vízben	0,00	0,00	—	—	—	—
	10	Olvasztás	Levegőn	0,00	0,00	—	—	—	—
	15	Olvasztás	Vízben	0,00	0,00	—	—	—	—
	15	Olvasztás	Levegőn	0,00	0,00	—	—	—	—
	10	Olvasztás	Vízben	0,00	0,00	—	—	—	—
	10	Olvasztás	Levegőn	0,05	0,18	—	—	—	—
	15	Olvasztás	Vízben	0,00	0,12	—	—	—	—
	15	Olvasztás	Levegőn	0,00	0,56	—	—	—	—
	15	Olvasztás	Lassú	0,00	0,56	—	—	—	—
	15	Olvasztás	Lassú	0,00	0,56	—	—	—	—



5. ábra. A periklász jellemző $d = 2,10 \text{ \AA}$ -ös vonala intenzitásának változása az ásványi összetétellel és a hűtési sebességgel
a) vízben hűtve, b) levegőn hűtve

lése jelentős duzzadáscsökkenést eredményezett; a „D” és „E” cementeknél (50% C_3S) még 15% MgO tartalom mellett is jó térfogatállandóságot lehet elérni.

Nagy Al_2O_3 tartalmú cementek ehhez hasonlóan jelentős térfogatállandóság növekedést mutatnak. Így az „F” minta 15% MgO tartalma ellenére is tökéletes térfogatállandóságot mutat.

A térfogatállandóságra vonatkozó vizsgálatok szintén azt mutatták, hogy a hűtési sebességnek nagy hatása van a cementek tulajdonságaira. Így a gyors hűtés (vízben, vagy levegőn) mindig jobb térfogatállandóságot eredményez, mint a lassú hűtés.

A szilárdságértékek tanulmányozása azt mutatja (lásd 2. táblázat), hogy azok olvasztott cementek esetében mindig a közönséges módon előállított cementeknek megfelelő értékek fölött vannak, függetlenül a hűtés módjától. Ki kell azonban emelni, hogy a gyorsan vízben hűtött cementek szilárdság értékei nagyobbak voltak, mint a lassan hűtött cementeké.

A fent megadott eredmények alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

— Az olvasztott cementek nagyobb mechanikai szilárdsággal rendelkeznek (a megszilárdulás minden periódusában) mint a közönséges módon előállítottak.

— A MgO tartalom növekedése az adott cementek szilárdság értékének csökkenéséhez vezet.

— Összehasonlítva más hűtési módozatokkal (lassan vagy gyorsan levegőn) a gyors hűtés vízben a szilárdsági értékek növekedéséhez vezet.

— A C_3S tartalom növekedése úgy a térfogatállandósági, mint a szilárdsági értékek folyamatos javulását eredményezi.

— Az aluminát-ferrit fázis összetételének változásai a cementek térfogatállandóságának lényeges változásához vezet, mégpedig állandóan növekszik az Al_2O_3 tartalom növekedésével.

TRODALOM

- [1] Budnikov, P. P.: D. A. N., No. 5. (1950).
- [2] Budnikov, P. P.: Zsurnal Prikladnoj Himii, No. 10. (1937).
- [3] Rojak, Sz. M., Krülov, V. F., Nagerova, E. I. Mojani, M. M.: Naucsnuie szoobsesenia NICEMENTA 44. No. 13, (1962).
- [4] Luginin A. N., Sarafiev, M. F., Bogdanov, E. M.: Naucsnuie szoobsesenia Azniicementa, No 1. (1962).
- [5] Goldstejn, L. Ja.: Zaviszimoszt' szvojsztv plavlenüh portlandcementov ot ih himicseszkoivo szosztava. Avtoreferat disszertácii na szoizskanie ucennoj sztepeni kandidata techn. nauk. Leningrad (1963).
- [6] Toropov, N. A.: Himija cementov. Promsztrojizdat (1956.)
- [7] Rojak, Sz. M., Nagerova, E. I.: Trudü Niicementa vüp. 10. (1957).
- [8] Dregoj, I.: Isszledovanie plavlenüh magnezialnüh portlandcementov. Avtoreferat disszertácii na szoizskanie ucennoj sztepeni kandidata techn. nauk. Moszkva, (1965.)
- [9] Morozova, T. D.: Szbornik adnotacii naucsnosziszledovat'elszkih rabot „Giprocementa” za 1955. Promsztrojizdat (1956).
- [10] Dregoj, I., Butt, Ju. M., Vorobeva, M. A.: Uszlovija krisztallizacii okiszi magnija v plavlenüh aljuminatah kalcija. Trudü instituta MHTI Vüp. 1. Moszkva, (1966).
- [11] Stuterheim, N., Webb, T., Uranonschi, B.: Building Research Congress, London (1951).
- [12] Gille, F.: Zement-Kalk-Gips, Nr. 6. (1952.)
- [13] Bogue, R. H.: La Chimie du Ciment Portland. Eyrolles, Paris (1952).
- [14] Koianagi, K., Sudoh, T.: Zement Nr. 28. (1939).
- [15] Müller—Hesse, H.: Schwiete H. E.: Zement-Kalk-Gips, Nr. 9. (1956).
- [16] Egold, I.: Tonind. Ztg. 79. Nr. 15—16 (1955).
- [17] Sanada, I., Mijadzava, K.: J. Ceramic Assoc. Japan Nr. 735. (1956).

[18] *Sanada, I., Mijadzava, K.*: Chem. Abstr. 1236 (1958).

[19] *Ward, G. W.*: J. Res. N. B. S. 26. Nr. 1. (1941).

[20] *Duglas, A. E.*: Zement-Kalk-Gips Nr. 11 (1954).

Butt, Yu. M.—Vorobjeva, M. A.—Dragoi, I.: **Olvasztott magnéziumoxid-dús portlandcementek**

A szerzők megvizsgálták a nagy MgO-tartalmú portlandcement előállításának lehetőségeit olvasztás útján. Hét cementkeveréket olvasztottak 10%-os és 15%-os MgO tartalommal és vizsgálták a lehítési sebesség befolyását a MgO kristályosodására, valamint a térfogat-állandóság és a MgO kristályosodottságának összefüggését.

Бутт Ю. М.—Воробьева М. А.—Драгой И.: **Испытание плавного магнезиального портландцемента**

Проводились испытания по определению возможностей получения плавного высокомагнезиального портландцемента. Было исследовано семь цементных смесей, содержащих 10% и 15% MgO. Изучались влия-

ние скорости охлаждения на кристаллизацию MgO, а также зависимость постоянства изменения объема от степени кристаллизации MgO.

Butt, Yu. M.—Vorobjeva, M. A.—Dragoi, I.: **Geschmolzene Magnesiumoxydreiche Portlandzemente**

Die Verfasser untersuchten die Möglichkeit der Herstellung von Portlandzementen mit hohem MgO-Gehalt. Sieben Rohmehl-Mischungen von 10% und 15% MgO-Gehalt wurden in geschmolzenem Zustand untersucht und der Einfluß der Abkühlungsgeschwindigkeiten auf das Kristallisieren des MgO, sowie die Wechselbeziehung zwischen der Volumenkonstanz und der Kristallisation des MgO geprüft.

Butt, Yu. M.—Vorobjeva, M. A.—Dragoi, I.: **Investigation of Molten Magnesia-Portland-Cement**

The possibilities of producing high-MgO Portland cement by melting were studied. Seven cement raw meals, of 10% and 15% MgO content were melted and influence of the rate of cooling on crystallization of MgO as well as the relation of volume constancy and degree of MgO crystallization investigated.

A világ szilikátiparából

Olaszországban alagútkenecét porózus lemezekkel bélelték metángáz égetéshez. Ennek a kemencének kocsiszelessége 1,25 méter és hossza 40 méter. Napi termelése körülbelül 800 m³ padlóburkoló vagy falburkoló lap, és az ezt kiégésítő zománczó részleg rendkívül csekély számú dolgozó foglalkoztatása mellett működhet, mivel a kemencénél minden felügycleti műveletet, mint feleslegest, megszüntettek és a kocsikon az anyagok kiválasztása közvetlenül történik meg.

*

A szakaszos működésű kemencék maximális kihasználásánál alapvető probléma a fűtőberendezés megfelelő kialakítása. Ennek lényege pedig az égető rendszer, melynek megválasztása attól függ, milyen típusú kemencében kívánják alkalmazni. 2500 °F-ig atmoszférikus típusú égőkkel lehet biztosítani a szakaszos működésű kemence minden pontján az egységes hőfokot, illetve az ilyen típusú égőkkel lehet leggazdaságosabbá tenni a termelést. 2500 °F felett nyomás alatti levegőre van szükség, 3000 °F felett pedig a fűtőlevegőt elő kell melegíteni a magas hőmérséklet gazdaságos elérése céljából. Így módon igen rövid idő alatt elérhető a kívánt 3000 °F feletti hőmérséklet. Az új típusú égőket az égetés alatt álló áruk mellett hosszirányban helyezik el, így a 20 láb hosszú kemencéknél is jelentős költségmegtakarítást érnek el az USA-ban.

*

Az olasz „SITI” cég kerámiai falburkolólapok égetésére használt, 4 szintes, többesatornás, elektromos fűtési kemencét gyárt. A maximális hőfokos és a kemence csatornájának hosszában és szélességében 5 °C, ami nagyon jó minőségű terméket eredményez.

*

A nagyméretű kemencékben, különösen az alagút-típusúaknál, igen lényeges szempont az égők és az ellen-

őrző berendezések megfelelő elhelyezése. A Foster (Anglia) nevű vízhűtésű periszkóp lehetővé teszi a magas hőmérsékletű kemencék belsejének vizuális megfigyelését működés közben. Így vizsgálható a kemence béléseinek meghibásodása, az égők korróziója, illetőleg a gázcirkuláció, megfelelő színes gáz, illetve füst áramoltatásával. Ellenőrizhető a tégláru repedezése, illetve a fűtőláng mérete és iránya. A kemence hőmérséklete több helyen mérhető termoelemek segítségével, az adatok regisztrálása is megoldott. A hőmérsékletmérés optikai pirométerrel is történhet.

*

Az égetés problematikája magasabb hőmérsékleteknél. Az 1600° feletti hőmérsékletek elérése az NSZK-ban kerámiai üzemekben egyszerű eszközökkel is elérhető, a gazdasági követelmények kielégítése mellett. A magasfrekvenciás ipari kemencék erre jó lehetőséget nyújtanak, bár kisebb méreteiknél fogva a kerámiaipar speciális céljaira kevésbé alkalmasak. Kiváló megoldásként mutatkozik a távvezetékű gáz felhasználása, illetve elégetésének intenzívebbé tétele a gáz-levegőkeverék előmelegítésével, a levegő oxigénnel való dúsításával és nyomás-vibrációk előidézésével.

*

Majolika-csempék első és második égetéséhez használt alagútkenec 23 méter hosszúságú, 50×70 cm töltési keresztmetszetű. A „Pilota” (Olaszország) alagútkenecét a fém és üveg-technológiához hasonlóan gázzal fűtik és a sugárzó panelek módszerét alkalmazzák. Ezek között a panelek között, a kemence belsejében egymással szemközt levő falak közvetlen közelében történik a láng nélküli égetés. A kemence termelése: 24 óra alatt 600 m² biszkvitmajolika és további 600 m² második égetésű majolika-csempe. (K. J.)

„Petrik Lajos” pályázat

Egyesületünk minden két évben meghirdeti a „Petrik Lajos” pályázatot, amelyre 1969. évben 30 pályamű érkezett. Ebből is látható, hogy tagjaink érdeklődéssel foglalkoztak a pályázattal.

A bírálóbizottság megállapította, hogy a beküldött pályaművek legtöbbször igen komoly munkát, szakmai tudást és felkészültséget igényeltek.

El lehet mondani, hogy a sok jó pályamunka közül nehéz volt kiválasztani a legjobbakat. Ezért, hogy ez hibamentesen megoldható legyen a pályázatok bírálata több lépcsőben történt. Az eredmény a következő:

I. Díj. *Dr. Kilián József*: A cementkő határszilárdsága.

II. Díj. *Dr. Kozma Béla*: Epoxi gyanták alkalmazása a kerámiái technológiában.

II. Díj. *Erdély Imre*: Kavicstermelés és inkurrencia.

III. Díj. *Lakos József—Körösi László*: Porzásmentes keverék készítése és üveggyári keverőházak pormentesítése.

III. Díj. *Stikkel László—Zagyvai Imre*: A Finomkerámiai Művek fejlesztési koncepciójában kiemelt beruházások értékelése a szabályozók tükrében.

A díjazott pályaműveken kívül jutalomban részesültek a következők

Vajda László: Az új termékszabvány szerinti nemeszúzalekok és különleges minőségű zúzalekféleségek előállítására célszerűen alkalmazható technológiai megoldások.

Molnár Barnabásné—Wagner Endre: Kálitufa alkalmazása a műszaki porcelán gyártásban.

Králik István: Kőbányaüzemek sűrített levegős energiaellátási rendszerének vizsgálata.

Automatikus szabályozható hidraulikus rendszerű adagolókosci.

Dobrányi László—Dobrányi Lászlóné: Alkáliák hatásának tanulmányozása klinkerégetésnél a klinkerásványok képződésére, különös tekintettel az olvadékfázis kialakulására és az alkáli vegyületek beépülésére.

Nagy Mihályné—Riesz Lajos: Az őrölt égetett mész gyártása és felhasználása.

Dr. Kozma Béla—Dr. Kozma Béláné: Szaniter áru gyártására alkalmas öntőmassza hazai alapanyagok felhasználásával.

Simon Lajos: A háromlépcsős marketing gyakorlati alkalmazása az építőanyagiparban.

Amikor ezt az eredményt lapunk olvasóinak tudomására hozzuk, akkor nemcsak örömünket fejezzük ki az eredmények felett, hanem biztatásnak szánjuk a jövőre, hogy a következő évben ismételten meghirdetésre kerülő pályázaton tagjaink közül minél többen vegyenek részt.

P. I.

ZAGYOK SZÁLLÍTÁSA VILÁGSZERTE JELENTŐS TECHNIKAI PROBLÉMA

Különösképpen koptató hatású zagyok esetén, vagy ha durvább szemcsézetű anyagot, kavicsot, görgeteget kell hidraulikus úton szállítani.

A probléma megoldását eddig legeredményesebben a WARMAN szabadalom alapján gyártott

S I W T A ZAGYSZIVATTYÚ

közelítette meg.

A

SIWTA ZAGYSZIVATTYÚ

alkalmazásával kapcsolatosan kitűnő referenciák vannak számos területen, mint például a

- szénbányászat, ércbányászat, ércfeldolgozás
- ásványbányászat, ásványfeldolgozás
- kohászat, villamos energiapar
- építőanyagipar, cukoripar
- vegyipar, bőripar, vízgazdálkodás
- szeszipar, mezőgazdaság

területen.

A koptató hatásoknak rendkívül ellenálló SIWTA zagyszivattyúk egyes típusai 10—50 m nyomómagassági határértékkel 300—5000 L/perc zagyszállításra képesek.

A SIWTA zagyszivattyúk megfelelő típusai az egészen finom zagyoktól kezdődően 10—20—30 és 60 mm maximális szemnagysáig, 40%-os zagysűrűségig mindenféle zagyszállításra alkalmasak.

A 150 mm szemnagysáig terjedő szilárd anyagok hidraulikus szállítására a Tatabányai Szénbányák WARMAN rendszerű kavicszivattyúkat is gyárt.

A lassú elhasználódás és kedvező belső hidraulikai kialakításuk következtében a kívánt munkapontra beállított szivattyúk tartósan jó hatásfokkal működnek.

A SIWTA zagyszivattyúkat a Tatabányai Szénbányák a SIMONACCO LTD angol céggel kooperációban WARMAN szabadalom alapján gyártja

A kívánt típusú szivattyú szállítását rövid határidőre vállaljuk

Tartalék alkatrészt raktárról szállítunk.

Tatabányai Szénbányák Kereskedelmi Főosztály
TATABÁNYA I., Vértanúk tere 1.
Telefon: 10-20. Telex: 594.