

A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA



Szövetségben a természettel

BEREMENDI CEMENT

Bejárattott
Évtizedes

Cementgyár,
Egyenletes
Minőség,
Rugalmas
Termékszolgáltatás,

Ez a

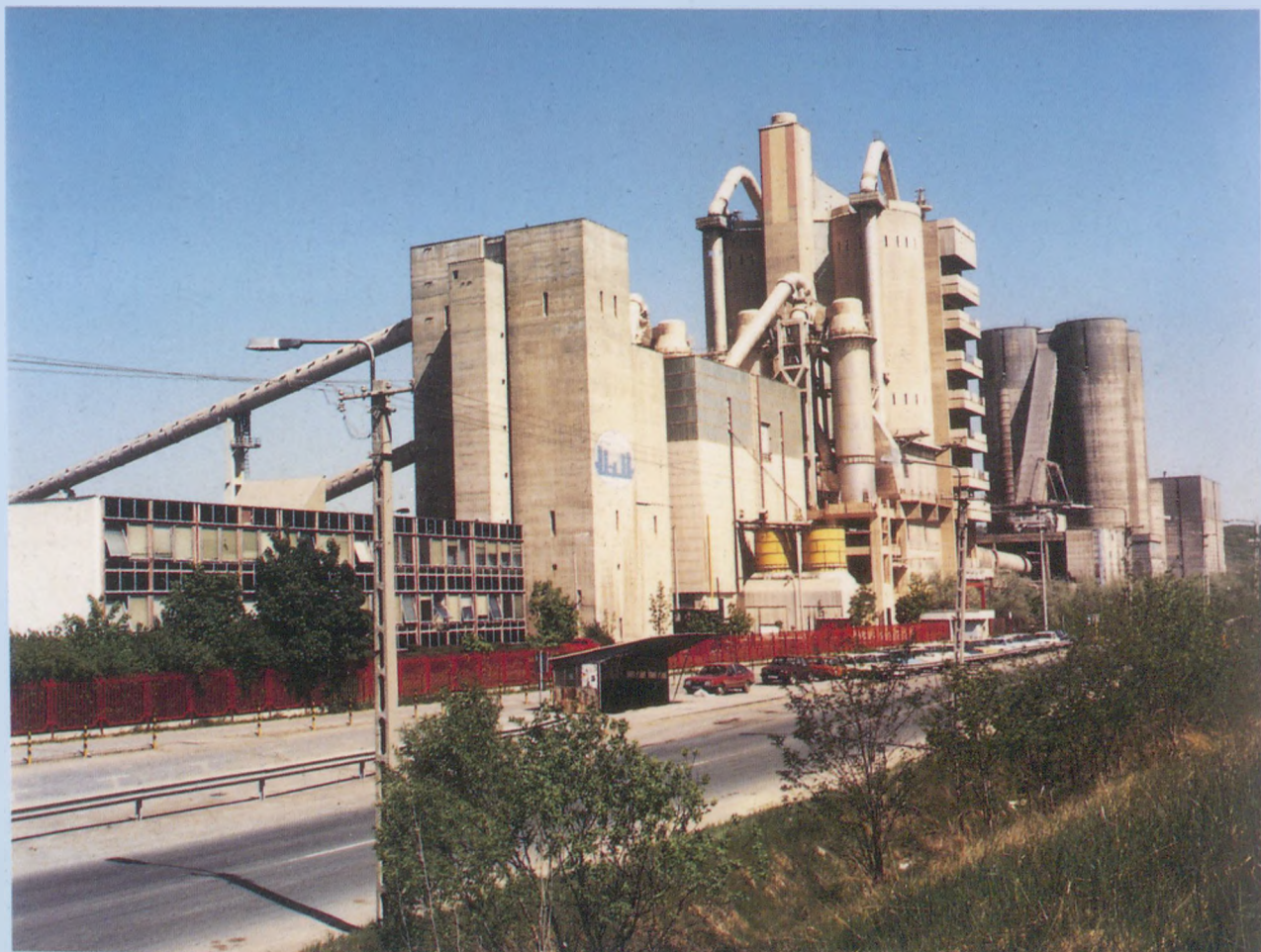


Tel.: (36) 354-377/122, 209, (36) 354-388
Fax: (36) 354-404

**KIVÁLÓ NYERSANYAG-ADOTTSÁGOK,
KORSZERŰ TECHNOLÓGIA, KÉPZETT SZAKEMBEREK**
s mindaz, ami szükséges a kiváló minőségű cement gyártásához.

350 ppc-10	ACM 350 pc
350 ppc-20	S 54 350 pc
450 pc	550 pc

Cementjeink kiváló minőségük mellett számos egyedi tulajdonsággal is rendelkeznek:
• jó térfogatállóság • szulfátállóság • kiváló gőzölhetőség • pernyetartalmú cementből készült betonnál jó vízzáróság.



KERESSE BIZALOMMAL TERMÉKEINKET!

ÉPÍTŐANYAG

96/2

A mész-, cement-, üveg-, finomkerámiai-, téгла-, cserép-, kő-, kavics-, beton-, tűzálló- és szigetelőanyag iparágak lapja

Szerkesztőbizottság:

Elnök:
Prof. dr. TALABÉR JÓZSEF
Felelős szerkesztő:
WOJNÁROVITSNÉ
Dr. HRAPKA ILONA

Rovatvezetők:

Szilikáttudomány
Prof. dr. JUHÁSZ A. ZOLTÁN
Szilikáttechnika
Dr. PAUKA IMRE
Újdonságok
Dr. HILGER MIKLÓS

Tagok:

Prof. dr. BALÁZS GYÖRGY
Dr. BERÉNYI FERENC
Prof. dr. BOKSAY ZOLTÁN
Dr. FODOR MÁRTA
Dr. GÁLOS MIKLÓS
Dr. KOVÁCS KÁROLY
Dr. LIPTAY ANDRÁS
MÉSZÁROS BALÁZS
Dr. NÉMETH JÁNOS
Dr. RÁCZ ATTILA
SCHLEIFFER ERVIN
Dr. SZVOBODA VILMOS
Prof. dr. TAMÁS FERENC

Szerkesztőség: 1027 Budapest II., Fő u. 68.

Telefon: 201-9360

Kiadja az Építésügyi Tájékoztatói
Központ Kft.

Felelős kiadó: dr. Hamvay Péter igazgató

Kiadói szerkesztő: Ágoston Jánosné

Műszaki szerkesztő: Zaffiry Kálmán

Azonossági szám: 16/96

Megjelent: A/4 alakban,

4,5 A/5 iv terjedelemben

Egy szám ára 291,- Ft

Külföldön terjeszti a Kultúra,

1399 Budapest, Pf. 149 és a Magyar Média,

1932 Budapest, Pf. 86-253

Belföldön terjeszti az ÉTK Kft.

1400 Budapest, Pf. 83

INDEX: 2 52 50

TARTALOM

Cementipari különszám

A Magyar Cementipari Szövetség	38
5 éves a CEMKUT Kft., a hazai cementipar kutatóbázisa	40
<i>Opoczky, L.</i> : A többkomponensű cementek szemcseméret-eloszlása és minősége	55
<i>Sas, L.</i> : A C ₃ A mennyiségének és megjelenési formáinak vizsgálata üzemi klinkerekben	61
Egyesületi és szakhírek	67

CONTENS

Special Issue on Cement Industry

The Hungarian Cement Industry Association	38
CEMKUT Ltd., the Research Basis of the Hungarian Cement Industry	40
<i>Opoczky, L.</i> : Particle Size Distribution and Quality of Polycomponent Cements	55
<i>Sas, L.</i> : Investigation of the Quantity and Crystalline Form of Tricalcium Aluminate in Hungarian Clinkers	61
News from the Society and from the Industry	67

INHALT

Sondernummer für Zementindustrie

Der Verband für Zementindustrie	38
CEMKUT Kft., die Forschungsbasis der Inländischer Zementindustrie, ist 5 Jahre alt	40
<i>Opoczky, L.</i> : Korngrößenverteilung und Qualität von Mehrkomponent-Zementen	55
<i>Sas, L.</i> : Untersuchung der Quantität und Erscheinungsformen von C ₃ A in Betriebsklinkern ..	61
Vereins- und Fachberichten	67

СОДЕРЖАНИЕ

Специальный выпуск цементной промышленности

Члены Объединения Венгерской цементной промышленности	38
5-летний юбилей образования ЦЕМКУТ КФТ-научно-исследовательской базы цементной промышленности	40
<i>Опоцки, Л.</i> : Зерновой состав и качество многокомпонентных цементов	55
<i>Шаш, Л.</i> : Количество и формы C ₃ A в заводских клинкерах	61
Новости	67

CEMENTIPARI KÜLÖNSZÁM

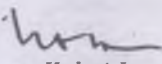
Tisztelt Olvasó!

A Cementipari Kutató, Fejlesztő és Minősítő Társaság (CEMKUT Kft.) ez évben ünnepli fennállásának 5 éves évfordulóját. Öt év egy társaság életében nagyon rövid idő, azonban megállapítható, hogy beváltotta az alapítók elképzeléseit.

Eddigi tevékenységével, szakmai tekintélyével, tudományos eredményeivel lehetőségeihez mérten segítette a cementipari társaságokat.

Ebben a különszámban tájékoztatják a kedves Olvasót az elmúlt évek fontosabb kutatási, vizsgálati témáiról és egyéb tevékenységükről. Reméljük, hogy ez is kapcsolataik bővítését szolgálja.

További eredményes működést kívánunk.


Koltai Imre
MCSZ-elnök

A Magyar Cementipari Szövetség tagjai által forgalmazott főbb termékek és szolgáltatások

A Szövetség tagjai	Levelezési cím, tel./fax	Forgalmazott termék és szolgáltatás
ARAGONIT Mészművek Kft.	2541 Lábatlan, Pf. 17 Tel.: (33) 361-788 Fax: (33) 361-953, 361-043	Darabos égetett mész.
Beremendi Cement- és Mészipari Rt.	7827 Beremend, Pf. 20 Tel.: (72) 474-520 Fax: (72) 474-500, 474-521, 474-515	Cementek: 550 pc, 450 Rpc, 350 ppc10, 450 pc, 350 mpc20, 350 ppc20. Darabos égetett mész. Osztályozott égetett mész 10–40mm. Mészhidrát. Mészköliszt.
Bélapátfalvi Cement- és Mészipari Rt.	3346 Bélapfalva, Pf. 13 Tel.: (36) 354-377 Fax: (36) 354-405	Cementek: 550 pc, 450 pc, S-54 350 pc, AcM 350 pc, 450 mpc10, 350 mpc10, 350 ppc10, 350 ppc20. Darabos égetett mész. Mészköliszt. Építési kő.
Cementipari Gépjavitó Rt.	3501 Miskolc, Pf. 120 Tel.: (46) 364-811 Fax: (46) 362-362	Szállítógépek, gépelemek, fémszerkezetek gyártása, szerelése. Építő- és építőanyagipari gépek javítása. Külföldi munkavállalás.
CEMPACK Cementipari Csomagoló és Csomagolástechnikai Kft.	2601 Vác, Pf. 199 Tel.: (27) 314-611 Fax: (27) 314-492	Különböző méretű papírzsák.
Dunai Cement- és Mészmű Kft.	2601 Vác, Pf. 198 Tel.: (27) 314-611 Fax: (27) 314-492	Cementek: 450-Rpc, 450 pc, 450 kspc20, 350 kspc20, 350 kspc40, 250 kspc60. Darabos égetett mész. Mészköliszt. Építési kő. Osztályozott mészkőzúzalék és zútottkő 0–140 mm közötti frakciók.
Hejőcsabai Cement- és Mészipari Rt.	3501 Miskolc, Pf. 21 Tel.: (46) 367-133 Fax: (46) 365-830	Cementek: 450 pc, S-54 350 pc, 350 kspc20, 350 kspc40, 450 tpc10, 350 tpc20. Darabos égetett mész. Osztályozott mészkő 0–50 mm. Mészhidrát.
Lábatlani Cementipari Kft.	2541 Lábatlan, Pf. 17 Tel.: (33) 361-788 Fax: (33) 361-953	Cementek: S-54 350 pc, 450 pc, 350 ppc10, 350 ppc20. Homok. Mészkö.
CEMINVEST Cementipari Fővállalkozási Kft.	2601 Vác, Pf. 301 Tel.: (27) 316-261 Fax: (27) 317-827	Beruházások és nagyjavítások lebonyolítása fővállalkozásban vagy vállalkozásban. Tervezés, acélszerkezetek gyártása, szerelése. Külkereskedelem.
CEMKER Cement- Mész-Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.	1134 Budapest, Kresz Géza u. 29. I. 3. Tel./fax: 149-8008	Igény szerinti minőségű cementek, mészkőliszt szállítása, relézése.

A Szövetség tagjai	Levelezési cím, tel./fax	Forgalmazott termék és szolgáltatás
CEMKUT- TECHNOCEM Kft. Cementipari Kutató-Fejlesztő Kft.	1034 Budapest III., Bécsi út 122–124. Tel.: 188-3793 Fax: 188-3793	Akkreditált laboratórium. Cement-, gipsz-, mész- és egyéb szilikátipari termékek minősítése, cementipari kutatás-fejlesztés. Környezetvédelmi, munka- egészségügyi mérések. Környezeti hatásvizsgálat.

Rövidítések:

pc = portlandcement,

kspc = kohósalak-portlandcement,

tpc = trassz-portlandcement,

AcM = portlandcement azbesztcement termékek gyártásához,

ppc = pernye-portlandcement,

mpc = mészkő-portlandcement,

Rpc = rapid-portlandcement,

S-54 = szulfátálló portlandcement

A Magyar Cementipari Szövetség tagja a következő szervezeteknek: • Magyar Munkaadók Szövetsége • Svájci-Magyar Kereskedelmi Kamara • Szilikátipari Tudományos Egyesület (SZTE);
társult tagja: • Európai Cementgyártók Szövetsége (CEMBUREAU) • Magyar Építőanyagipari Szövetség (MÉÁSZ)
• Német Cementgyártók Szövetsége (VDZ) • Vállalatgazdasági Tudományos Egyesület (VGTE).

A Magyar Cementipari Szövetség új címe:

1034 Budapest, Bécsi út 120. Levélcím: 1300 Budapest, Pf. 230. Telefon: 250-1629, fax: 168-7628

* * *

1996. május 13–14-én a Cemkut Kft. megalakulásának 5 éves jubileuma alkalmából külföldi előadók részvételével rendezett, **Cementipari Tudományos Konferencia programja**

1996. május 13.

Elnök: Simon Gyula (SZTE Cement Szakosztály elnöke)

Koltai Imre (MCSZ elnöke): Megnyitó.

Dr. Fodor Márta ügyvezető igazgató (CEMKUT Kft.): A CEKUT Kft. bemutatása.

Prof. Dr. Ing. K. Schönert (Technische Universität, Clausthal): Nagynyomású hengermalom rendszer-technikai viselkedése.

Dr. Opoczky L., c. egyetemi tanár – *Dr. Hilger M.* ügyvezető igazgatóh. (CEMKUT Kft.) – *Ph. Dr. Hethéssy J.* tud. főmunkatárs (MTA SZTAKI) – *Charaf Hassan* tanársegéd (BME): Mészkőadalékos cement őrlési folyamatának modellezése neurális hálózatok felhasználásával.

Bocskai László techn. oszt. vezető (BÉCEM Rt.): A BÉCEM Rt. cementek minőségének befolyásolása a CEKUT Kft. kutatási és vizsgálati eredményeinek felhasználásával.

Hubai István laboratóriumvezető (LC Kft.): Kísérleti kompozitcementek gyártása az LC Kft.-nél.

Hozzászólások

Elnök: dr. Fodor Márta (CEMKUT Kft. ügyvezető igazgató)

Dr. Ing. F. Feige főszerkesztő (ZKG Bauverlag GmbH, Wiesbaden): Cementgyártás energiamegtakarításának jelenlegi helyzete és lehetőségei.

Ph. Dr. Révay Miklós tud. tanácsadó (CEMKUT Kft.): Új cementfajták kutatása.

Nagy Zsolt cementüzem-vezető (HCM Rt.): Trasszcementek bevezetése a HCM Rt.-ben.

Szántó József cementüzem-vezető (LC Kft.): Kementefilterpor hasznosítása.

1996. május 14.

Elnök: Dr. Opoczky Ludmilla (MTA Szilikátkémiai Munkabizottság elnöke)

Prof. Dr. Habil J. Stark igazgató (F. A. Finger-Institut für Baustoffe, Hochschule Weimar): A nagyszilárdságú beton előállításához felhasznált cementtel szemben támasztott követelmények.

Dr. Tamás Ferenc egyetemi tanár (VE Veszprém): Cementek nyomelemeinek tartalma mint a minőségi azonosítás eszköze.

Sas László kutató-fejlesztő mérnök (CEMKUT Kft.): A C₃A mennyiségének és megjelenési formáinak kutatása, különös tekintettel a cement szulfátállóságára.

Dr. Ing. Dombrove H. – *Dr. Ing. Lippek E.* (Wiss. techn. Gesellschaft für Verfahrenstechnik, Freiberg): Őrlőberendezések értékelése őrlhetőségi tesztek alapján.

Csarnai János oszt. vezető (DCM Kft.): A 250 t/h teljesítményű görgős malom üzemviteli tapasztalatai.

Müller Ádám őrlési divízió vez. (BCM Rt.): A BCM hidrátüzemének felülvizsgálata a minőség stabilizálása érdekében.

Hozzászólások

Dr. Fodor Márta (CEMKUT Kft. ügyvezető igazgató, Szilikátipari Tudományos Egyesület főtitkára): Zárszó.

5 éves a CEMKUT Kft., a hazai cementipar kutatóbázisa

A Társaság 1991. szeptember 1-jén alakult, a SZIKKTI Cementkutató Osztályának bázisán, mint CEMKUT Kft. Alapítói a cementipari társaságok, CEMŰ és SZIKKTI.

Az alapítók döntése alapján 1994. január 1-jétől a CEMKUT Kft.-t és az 1990-ben alapított TECHNOCEM Kft.-t egyesítették, így jött létre a CEMKUT-TECHNOCEM Kft. A megalakulást, illetve az összevonást a cementipar és kutatóinak az a közös felismerése motiválta, hogy egyrészt meg kell őrizni a cementkutató területén több évtizeden át felhalmozódott szellemi tőkét, másrészt az ipar és a kutatás között közvetlenebb együttműködés kialakításával meg kell teremteni a lehetőséget a cementiparban felmerülő műszaki-fejlesztési problémák megfelelő színvonalú, tudományosan is alátámasztott megoldásához.

A működési-szervezeti forma kialakításánál a fejlett cementiparral rendelkező országok (német, osztrák) tapasztalatait is figyelembe vették.

A CEMKUT Kft.-hez alapításkor a SZIKKTI tatabányai kísérleti üzeme is hozzátartozott, mely különleges

rendeltetésű, kötőanyag jellegű – nagyobb részt a SZIKKTI, ill. CEMKUT Kft. kutatói által kifejlesztett – termékeket gyártott, illetve forgalmazott. A kísérleti üzem 1995. november 30-án végelszámolással megszűnt. 1995. december 1-jétől a speciális termékek gyártását és forgalmazását – szoros együttműködésben a CEMKUT-TECHNOCEM Kft.-vel – az újonnan alapított EXTRACEM Kft. végzi.

A Társaság jelenlegi létszáma 16 fő, ebből 8 kutató-fejlesztő mérnök és 7 fő kutató technikus. A Társaságban egy tudomány doktora, egy tudomány kandidátusa és három egyetemi doktor dolgozik. A Társaság jelenlegi ügyvezető igazgatója dr. Fodor Márta.

A Társaság az MSZ EN 45001 követelményeinek megfelelő akkreditált független anyagvizsgáló laboratóriummal rendelkezik (1. ábra). Ebben a minőségben jogosult klinker, cement, mész, mészkő, azbeszt stb. nyersanyagok és késztermékek minősítésére, valamint a minősítő őrléstechnikai vizsgálatok elvégzésére és minőségi bizonylatok kiállítására. Ezen vizsgálatok elvégzéséhez megfelelő laboratóriumi berendezésekkel és eszközökkel rendelkezik. A Társaság 1995. január 1-jétől akkreditált analitikai részleggel bővült, mely a cementek és egyéb anyagok, ill. termékek minősítése szempontjából igen fontos.

A Társaság tevékenységével összefüggő munkák számítógépes háttérét IBM PC kompatibilis számítógépek biztosítják. Az alkalmazott vékony Ethernet-hálózat öt számítógépet köt össze. A legerősebb PC 16 MB RAM-mal ellátott Pentium 120-as, de emellett is zömmel 486 DX alapú számítógépek üzemelnek. A napi munkával kapcsolatos feladatokat a kutatók és technikusok a mellékük telepített PC-ken végzik, míg a bonyolultabb, nagyobb erőforrásokat igénylő feladatok elvégzése, ill. az igény szerinti szoftverek fejlesztése a számítógépes szakember feladata. Az elkészült munkák kinyomtatására egy megosztott HP 5P típusú lézernyomtató szolgál. Az utóbbi időben a Társaság minden dolgozója részére megszerveztük a számítógépes oktatást.

A Társaság elsőrendű feladatának tekinti a cementkémiai, valamint cement- és mészipari kutatást, fejlesztést és minősítést. A hazai cement- és mésziparban az utóbbi időben a mennyiségi követelmények helyett egyre erőteljesebben a termékek minősége, a termékválaszték bővítése, a nemzetközi követelményeknek való megfelelés kerül előtérbe. Ezek a tendenciák a Társaság megbízási állományában is visszatükröződnek, de tevékenységi köre ennél sokkal szélesebb.

A következőkben összefoglaltuk a Társaság öt éves kutatási és műszaki-fejlesztési tevékenységének legfontosabb eredményeit, a teljesség igénye nélkül.

HUNAC Magyar Akkreditálási Rendszer



AKKREDITÁLÁSI OKIRAT

A 42/1994. (III. 25.) Kormányrendelet felhatalmazása alapján elismerjük, hogy az

Cementipari Kutató, Fejlesztő Kft.
(CEMKUT-TECHNOCEM Kft.)
Anyagvizsgáló Laboratóriuma
(1034 Budapest, Bécsi út 122-124.)

megfelelnek az MSZ EN 45001 szabvány követelményeinek, ezért

501/0267 számon

akkreditált vizsgálólaboratóriumként regisztráljuk az akkreditálási okirat mellékletében felsorolt vizsgálati módszerek szerint

- cement, mész, gipsz és hidraulikus cementkiegészítő anyagok kémiai és fizikai-mechanikai vizsgálatára;
- tűzálló habarcsok és betonok vizsgálatára;
- szilikátipari anyagok őrléshetőségének vizsgálatára;
- mész- és cementipari nyersanyagok minőségének és technológiai alkalmasságának vizsgálatára;
- szálerősítésű szilikátipari termékek fizikai-mechanikai vizsgálatára.

Az akkreditálási okirat érvényes: 1996. november 17-ig.

Kiadmányozva az 501/0267 számú, 1993. november 17-én kiadott akkreditálási okirat helyett.

Budapest, 1995. április 8.



Dr. Péter Rózsa
főosztályvezető

Magyar Szabványügyi Hivatal

1091 Budapest, Üzböli út 25. ICS-1450 Budapest 9. Pf. 24. ☎ (061) 218-3611 Tlx: 22-5723 Telex: (061) 218-5125

Felelős műszaki vezető: Németh Gáborné
1. ábra

Az új európai cementszabványok (EN) honosításával kapcsolatos kutatások és vizsgálatok. A hazai cementek minősítő, ellenőrző vizsgálata. A cementek minősítési rendszerének továbbfejlesztése

Az új európai cementszabványok (EN) hazai cementiparban történő bevezetése, ill. honosítása szükségessé tette annak vizsgálatát, hogy a még érvényben lévő szabványok szerinti kémiai és fizikai-mechanikai vizsgálatok mennyiben térnek el az új módszerektől, milyen eszközök, vizsgálati etalonok, vegyszerek beszerzésére van szükség, valamint azt, hogy az új szabvány szerinti vizsgálati eredmények mennyire elégítik ki az új követelményeket. Éppen ezért 1991–92-ben valamennyi cementgyár cementjeivel vizsgálatsorozatot végeztünk (cementfajtánként 10–10 mintán), összehasonlítva a nemzeti szabvány szerinti vizsgálati eredményeket az EN szerinti vizsgálatokéval.

A kémiai vizsgálatok vonatkozásában megállapítottuk, hogy az EN módszer teljes mértékben adaptálható, csupán néhány speciális vegyszer és fotometriás titrálóberendezés beszerzése szükséges. Addig is átmenetileg alkalmazhatók a korábban használt vegyszerek és módszerek.

Az MSZ és EN szerinti *fizikai-mechanikai vizsgálati* módszerek lényegében nem térnek el egymástól, így a honosítás nem okoz nagy problémát. Matematikai-statisztikai vizsgálatokkal igazoltuk, hogy a régi és az új szabványok szerinti szilárdsági eredmények egymással ekvivalensek. Lényeges eltérés a vizsgálatokhoz szükséges szabvány homokban (szemcseösszetétel, homokszemcsék morfológiája) van. Hazai gyártó hiányában a szabványos vizsgálatokhoz szükséges homokot külföldről kell beszerezni.

Az új európai cementszabványok (vizsgálati módszerek) 1992-ben, ill. 1993-ban léptek érvénybe Magyarországon (MSZ EN 196 sorozat).

A hazai cement rendszeres minősítését a 80-as évek végéig az ÉMI végezte, központi (minisztériumi) megbízás alapján, ill. finanszírozással. Ez a tevékenység a 90-es évek elején gyakorlatilag megszűnt. A CEMKUT Kft., amelynek laboratóriuma 1991-től az MSZH által hivatalosan akkreditált, független vizsgálólaboratórium, felvállalta ennek a minősítési rendszernek az újjászervezését, továbbfejlesztését és a folyamatos vizsgálati program végrehajtását. A munkát 1992-ben kezdtük meg a Magyar Cementipari Szövetséggel kötött szerződés keretében.

Megszerveztük a rendszeres mintavételt a hazai cementgyárak által gyártott valamennyi cementfajtájából. 1992 második felétől kezdődően a Magyar Cementipari Szövetség, ill. a cementgyártó társaságok megbízásából rendszeresen vizsgáljuk – évi két, ill. 1995-től már három alkalommal – a hazánkban gyártott és forgalmazott valamennyi cementfajta minőségét, a gyártó képviselőjével közösen vett reprezentatív mintákon. Az eredményeket az MSZ 4702 vonatkozó követelményei szerint értékeljük, ill. arról „Minőségi Bizonylatot” állítunk ki. A „Minőségi Bizonylatok” a gyártók kereskedelmi, marketingtevékenysége során kerülnek felhasználásra, ill. az ISO 9002 szerinti minőségbiztosítási rendszert működtető társaságoknál a minőségbiztosítás részét képezik.

A téma keretében 1993 végén az addig végzett minősítő vizsgálati eredményeket és egyéb, tárgyban szerzett tapasztalatainkat felhasználva összefoglaltuk az egyes cementek fontosabb, betontechnológiai szempontból lényeges jellemzőit és a javasolt felhasználási területeket.

1995 végén feldolgoztuk a 4 év során összegyűlt vizsgálati eredményeket, és összehasonlítottuk az egyes gyárak azonos típusú cementjeinek jellemző fizikai-mechanikai mutatóit.

A cement mellett rendszeresen vizsgáljuk (legalább évi egy alkalommal) a hazai cementgyártásban felhasznált cementkiegészítő adalékanyagok (kohósalak, erőművi pernye, mészkő) minőségét is a cementgyártásnál való alkalmazhatósága szempontjából a vonatkozó szabványok alapján (MSZ 4706-1-4).

Továbbfejlesztettük a cementek minősítési rendszerét, amit a korábbi, leginkább szilárdságorientált szemlélet hiányosságai tettek szükségessé. A fizikai-mechanikai vizsgálatok mellett rendszeresen végezzük a cementek kémiai analízisét a főbb jellemzők meghatározására. Bevezettük a gőzölhetőségi vizsgálatokat (melynek értékelési rendszerét is a Társaságunkban dolgoztuk ki, szabványos előírások hiányában), valamint a hidratációs hőfejlődés vizsgálatát. A cementek szulfátállósági vizsgálatának rendszeresítésére az idei évben kerül sor.

A vizsgálatok kibővítése lehetővé teszi, hogy a felhasználók korrektebb, műszakilag megalapozottabb döntés alapján választhassák ki az igényeiknek megfelelő cementfajtát.

A vizsgálatok kibővítése lehetővé teszi, hogy a felhasználók korrektebb, műszakilag megalapozottabb döntés alapján választhassák ki az igényeiknek megfelelő cementfajtát.

A cementválaszték bővítésére irányuló kutatások. A többkomponensű cementek (trassztartalmú, mészkőadalékos és kompozitcementek) előállításával összefüggő őrlélméleti, őrléstechnikai és minőségi kérdések

Világszerte, így a hazai cementtermelésben is az adalékmentes portlandcementek mellett jelentős részt képeznek a cementkiegészítő anyagokat tartalmazó többkomponensű cementek. A hagyományos, hidraulikusan aktív cementkiegészítő adalékanyagok mellett manapság széles körben alkalmaznak ún. „inert” adalékanyagokat is, elsősorban mészkövet. Újabban világszerte gyártanak a heterogén cementek mellett ún. kompozitcementeket is. A cement választékának fejlődésében tapasztalható ten-

denciákat az ide vonatkozó EN, MSZ, valamint MSZ EN szabványok (szabványtervezetek) is visszatükrözik.

A Társaság megalakulása óta foglalkozik cementválaszték bővítésére irányuló kutatásokkal, és ebben a témakörben mind elméleti, mind pedig gyakorlati szempontból figyelemre méltó eredményeket ért el.

A többkomponensű cementek előállításával összefüggő elvi őrlésméleti megállapítások

- A többkomponensű cementek szemcseméret-eloszlása az RRSB-egyenlettel, ill. annak két állandójával (n -egyenletességi tényező, \bar{x} -finomsági mérőszám) leírható és jellemezhető. Az egyenletességi tényező (n) a szemcseméret-eloszlás szórásának, „szélességének” a mérőszáma: minél kisebb az n , annál szórta, „szélesebb” a szemcseméret-eloszlás; a finomsági mérőszám (\bar{x}) a cement finomságának a mérőszáma: minél kisebb az \bar{x} , annál finomabb az őrlemény;
- A többkomponensű cementek együttőrléssel történő előállításánál az egyes komponensek őrlhetősége meghatározó szerepet játszik a cement szemcseméret-eloszlásának alakulásában. A könnyen őrlhető anyagok/anyagkeverékek „szélesebb”, azaz kisebb, a nehezen őrlhető pedig „szűkebb”, azaz nagyobb egyenletességi tényezőjű (n) őrleményeket adnak.
- A szemcseméret-eloszlás nemcsak a cement szilárdságát, hanem vízigényét, ill. a belőle készült habarcs és beton bedolgozhatóságát, időállóságát direkt vagy indirekt módon befolyásolja. A legkisebb vízigényűek a „szélesebb” szemcseméret-eloszlású, azaz kisebb egyenletességi tényezőjű (n) cementek.
- A hazai cementiparban felhasznált cementkiegészítő adalékanyagok (mészke, erőművi pernye, trassz, kohósalak) nemcsak hidraulikus aktivitásukban, hanem a cement szemcseméret-eloszlására és vízigényére gyakorolt hatásukban is különböznek egymástól, amit a többkomponensű cementek összetételének meghatározásánál figyelembe kell venni.

A kutatás fontosabb tudományos eredményeit a hazai és külföldi szakfolyóiratokban publikáltuk.

A kutatást a cementipari társaságok, valamint az OTKA finanszírozta, ill. finanszírozta.

A trasszadalékos cementek gyártásának meghonosítása

Hazai vonatkozásban a kohósalak- és pernyetartalmú cementek mellett teljes joggal felmerült a számos alkalmazástechnikai előnnyel rendelkező trassztartalmú cemen-

tek gyártásának igénye, annál is inkább, mert Magyarország igen gazdag jó minőségű puccolános jellegű nyersanyagokban. A téma fontosságára vonatkozóan a műemlékek helyreállításával kapcsolatos tevékenységünk során szereztünk tapasztalatokat.

A korábbi tapasztalatok birtokában javasoltuk a cementgyáraknak a trasszcementek gyártását. Erre a célra – vizsgálataink alapján – különösen alkalmasnak bizonyultak a Tokaj-Hegyalja hegységi trassz- (vulkáni tufa) lelőhelyek, ezért elsősorban a HCM Rt. érdeklődött a cementfajta gyártása iránt. A közreműködésünkkel végrehajtott nyersanyag-vizsgálatok során egyebek között olyan rtg-diffraktometrikus vizsgálati módszert dolgoztunk ki, mely alapján következtetni lehetett a különböző puccolános anyagok „amorf kavasav”-tartalmára, ami egyik fontos előfeltétele a cementipari alkalmazhatóságnak.

Az általunk végzett laboratóriumi és félüzemi kísérletek, habarcs- és betonvizsgálatok hozzájárultak a HCM Rt.-ben megvalósított trasszportlandcement felelégek (HCM 350 tpc 10, tpc 20 és 450 tpc 10) üzemi gyártásához.

A mészkeadalékos cementek gyártásának meghonosítása

A mészkeadalékos cementek világszerte tapasztalt elterjedése indokolja, hogy ezzel a kérdéssel hazai vonatkozásban is foglalkozzunk.

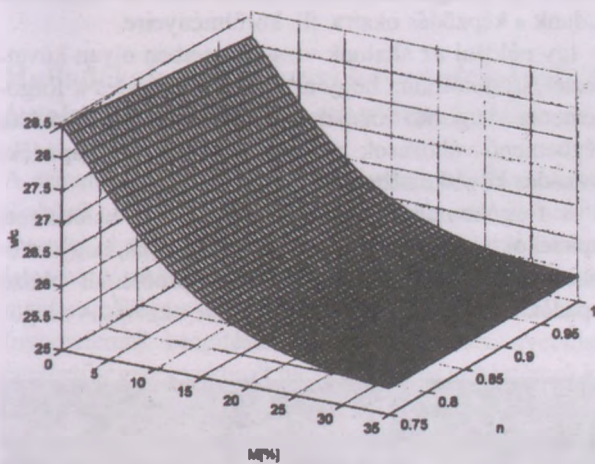
Már 1991-ben – akkoriban főleg irodalmi adatok alapján – megvizsgáltuk valamennyi hazai cementgyár közelében lévő mészke-előfordulás minőségét cementkiegészítő adalékanyagként való alkalmazhatósága szempontjából (CaCO₃-tartalom, TOC-érték, „metilénkék”-érték) és megállapítottuk, hogy minden hazai cementgyár rendelkezik mészkeadalékos cement gyártásához szükséges minőségű mészkevel. Azóta szabványosítottuk a mészkevel szembeni minőségi követelményeket (MSZ 4702-11 sz. melléklet).

A hazai cementipari társaságok megbízása alapján vizsgáltuk a különböző mészketartalmú cementek őrléstechnikai és minőségi kérdéseit. A habarcsvizsgálatok mellett betonvizsgálatokat is végeztünk.

Megállapítást nyert, hogy a könnyen őrlhető mészke adagolása a cement őrlhetőségét, szemcseméret-eloszlását és vízigényét kedvezően befolyásolja. A mészke adagolásával ugyanis a cement szemcseméret-eloszlása egyre „szélesebbé” válik, és ezzel párhuzamosan csökken a cement vízigénye, ill. javul a belőle készült habarcs és beton bedolgozhatósága, időállósága. E pozitív hatása mellett a gyakorlatban „inert” adalékanyagként tekinthető mészke a cement szilárdságát csökkenti az adalékmentes cementhez képest, ezért a mészkeadalékos cementeket finomabbra kell őrlni. A kutatási jelentésünkben megfogalmaztuk a mészke-

adalékos cementek őrlési finomságára vonatkozó konkrét követelményeket a mészkőtartalomtól függően különböző szilárdsági fokozatú cementek előállítására. A vizsgálati eredmények és tapasztalataink alapján olyan következtetést vontunk le, hogy a mészkő-tartalom 20% fölé növelése a cementben nem célszerű annak ellenére, hogy a hazai és európai szabványok is tartalmaznak ennél nagyobb mészkő-tartalmú cementeket is.

A mészkőadalékos cement üzemi előállításakor számos őrlés-, ill. szabályozástechnikai problémát meg kell oldani. Ennek elősegítése érdekében, első lépésként megkíséreltük a mészkőadalékos cement őrlési folyamatának modellezését neurális hálózatok alkalmazásával (2. ábra).



2. ábra

Mészkő-tartalom (M) → egyenletességi tényező (n) → cement vízigénye (v/c) közötti összefüggések (Opoczky, L. – Hilger, M.: „Kompozitcementek előállítása és modellezése”, 1994–95.)

Az 1994–95. években a Társaság által vizsgált, ill. minősített üzemi cementek között a BCM 350 mpc 20 és BÉCEM 350 mpc 10 is szerepelt.

Kompozitcementek hazai előállításának előkészítése

Az 1994. április 1-jétől Magyarországon érvényben lévő MSZ 4702-12 sz. „Kompozitcement” c. szabvány összetétel és szilárdsági fokozat alapján többfajta kompozitcementet tartalmaz. A szabvány elvben számos lehetőséget kínál a kompozitcementek összetételére vonatkozóan, de nem nyújt egyértelmű támpontot ésszerű összetétel kialakításához.

A Társaság évek óta foglalkozik optimális összetételű és minőségű kompozitcementek előállítását megalapozó kutatásokkal. Az őrlésméleti, ill. őrléstechnikai kutatá-

sok alapján olyan megállapításhoz jutottunk, hogy kompozitcementek előállításánál:

„klinker + hidraulikus cementkiegészítő anyag +
+ mészkő”

összetételt kell előnyben részesíteni. Kutatási jelentéseink konkrét javaslatokat tartalmaznak a kompozitcementek összetételére és őrlési finomságára vonatkozóan. Ezek betartása mellett ugyanis kisebb szilárdsági fokozatú (350, ill. 250), de előnyös alkalmazástechnikai tulajdonságokkal rendelkező, klinkertakarékos cementek állíthatók elő.

1995. év folyamán az LC Kft.-nél próbálkozások történtek kompozitcement(ek) üzemi előállítására.

Cementgyári őrlőberendezések technológiai optimalizálása, számítógépes irányításának előkészítése; fajlagos energiafogyasztásuk csökkentését elősegítő szakértői rendszer üzemi tesztelése

A célok elérése érdekében komplex üzemi méréseket, azok eredményeinek technológiai-eljárástechnikai szempontból történő számítógépes értékelését, szimulációs és modellezési kutatásokat végeztünk.

Feladataink megoldásához dr. Keviczky László és munkatársai (MTA SZTAKI) által kidolgozott legmodernebb számítógépes identifikációs, modellezési és irányításméleti módszereket használtunk fel. Az őrlési folyamatok interdiszciplináris közelítése, control-engineering jellegű modellezése lehetővé tették új malomirányítási, optimalizálási koncepciók kialakítását, azok helyességének számítógépes szimulációval történő ellenőrzését, gyakorlati megvalósítását.

A kutatás során elért fontosabb eredményeket a következőkben foglaljuk össze:

- a HCM Rt.-ben a cementőrlésnél kialakított számítógépes irányítási rendszer évek óta működik, továbbfejlesztése jelenleg is folyik;
- a cementőrlő berendezések fajlagos energiafelhasználásának csökkentésére szolgáló szakértői rendszer IBM PC-s változatának üzemi adatokkal történő tesztelése megkezdődött;
- cementgyári őrlőberendezések állandósult állapotbeli viselkedésének, modellparamétereinek meghatározására számos komplex üzemi mérést végeztünk, melyek során részletesen foglalkoztunk a szélosztályozók leválasztási élességének, aszimmetrikus terhelésének, ill. az előleválasztó eljárástechnikai hatásának kérdésével. A számítógépes modellel végzett dinamikus szimuláció eredményei az őrlési rendszer viselkedésével jól megegyeztek.

A klinker, ill. cement minőségének javítására irányuló cementkémiai és szövet-szerkezeti kutatások

A kutatások célja az adott nyersanyagbázison üzemileg előállított kemencelisztek, valamint a kemencelisztekből égetett klinkerek minőségének meghatározása, állapot-rögzítése, minősítése, valamint a vizsgálatok alapján feltárt technológiai problémák, hiányosságok megszüntetésére irányuló javaslatok megtétele. Ezeket a kutatásokat a cementipari társaságok közvetlen megbízása alapján végeztük.

A nyerslisztvizsgálatok során először számos vizsgálat eredményeit értékelve meghatároztuk azokat a paramétereket, amelyek a legjobban jellemzik a nyersliszt tulajdonságait. A kémiai összetétel és az őrlési finomság (szitavizsgálatok és fajlagos felület – Blaine-szám) mellett vizsgáltuk a szemcseméret-eloszlást, amelynek leírása az RRSB-egyenlet, ill. annak állandóit (\bar{x} -finomsági mérőszám; n – egyenletességi tényező) használtuk. Az alapkutatás során meghatároztuk a nyersliszt, ill. a durvább méretű ($> 200 \mu\text{m}$, ill. $200\text{--}90 \mu\text{m}$) frakciók kristályos kvarc- ill. mészkőtartalmát, valamint a szétválási tényezőt (a $32 \mu\text{m}$ -nél kisebb méretű frakció vizsgálatával), amely a nyersliszt szétosztályozási tulajdonságaira ad felvilágosítást. Az égethetőségi vizsgálatok (CEMKUT-módszer és KRUPP-POLYSIUS módszer) alapján kapott eredményekkel a nyerslisztek reakcióképességét, ill. kombinációs készségét jellemeztük. Megjegyezzük, hogy a KRUPP-POLYSIUS módszer („Brennbarkeitsindex” meghatározása) honosítását Társaságunk valósította meg az elmúlt években.

A klinker kémiai összetétele mellett meghatároztuk szemcseösszetételét, őrlhetőségét (Zeisel-, Bond-módszer), valamint a klinker szövetszerkezetét optikai mikroszkópi módszerrel. A klinker szövetszerkezetéből következtetni lehet számos technológiai jellemzőre. A kristályok alakja, mérete, elhelyezkedése az égetés sebességére és az égetési hőmérsékletre jellemző. A belitkristály-csoportok, a kritikus méret feletti kvarc vagy egyéb szilikátkomponensek, a nagy szabad CaO-kristálycsoportok a durva méretű mészkőszemcsék jelenlétére utalnak. A sávokba rendeződő belit- és szabad CaO-kristályok a nyersliszt nem kielégítő homogenizáltságára utalnak (3. ábra).

Összehasonlítottuk a különböző üzemi klinkerekben előfordult klinkerásványok (alít, belit, C_3A , ferrit-elegy-kristálysor) állapotát, majd ezen állapotok és mikroszerkezeti tulajdonságok ismeretében összefüggéseket kerestünk az őrlhetőségi, szilárdsági és szulfátállósági tulajdonságok között. A C_3A kristályformája és a cement szulfátállósága között kimutatott kapcsolat lehetőséget ad arra, hogy a műszeres vizsgálatok alapján következtetéseket vonjunk le a cementek szulfátállóságára. Egyéb-

ként a C_3A kristályosodottsága a klinker hűtési sebességére jellemző.

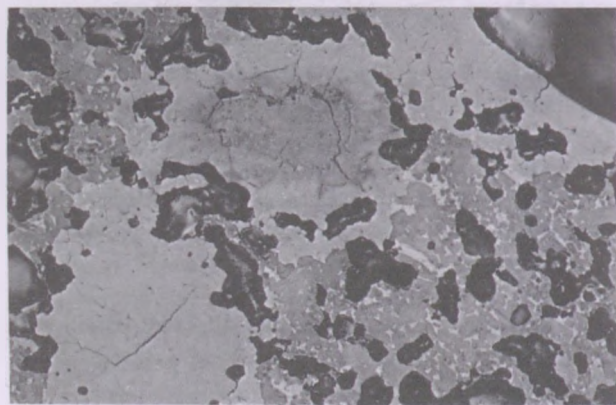
Megállapítottuk, hogy a kristályos kvarc jelenléte a nyerslisztben a cementgyártás valamennyi technológiai részfolyamatára és a cement minőségére is kedvezőtlen hatással van.

(A kutatás legfontosabb tudományos eredményei hazai és külföldi szakfolyóiratokban publikálásra kerülnek).

A cementipari társaságok megbízása alapján – több ízben – vizsgáltuk a kemence-hőcserélő rendszerben (kalcináló és zsugorító zónában) keletkező káros tapadékok, ill. olvadékképződés cementkémiai és technológiai okait. A tapadékok, ill. az olvadék kémiai, ill. műszeres (röntgendiffrakciós, termikus, optikai mikroszkópi, ill. EDAX és elektronmikroszkópi) vizsgálata alapján meghatároztuk azok kémiai és ásványi összetételét, szerkezeti, ill. réteges felépítését, amelyekből következtetni tudunk a képződés okaira, ill. körülményeire.

Így például az általunk vizsgált esetben olyan következtetésre jutottunk, hogy az olvadékképződés a forgókemence zsugorító zónájában az égetési technológiában végbemenő változások hatására bekövetkezett tapadékszakadás következtében jött létre.

A forgókemence különböző zónáiban keletkezett tapadékok vizsgálata alapján megállapítottuk, hogy a kemence „hideg” végén üzemeltetési problémát okozó tapadék kialakulását spurrit képződése okozza. A zsugo-



3. ábra

Kritikus méret feletti ($> 45 \mu\text{m}$) kristályos kvarc szemcsékből képződött belit-csoportok (Sas, L.: „A cement minősége és a klinker makroszerkezete közötti összefüggések kutatása”, 1994–95.)

rító zóna „hideg” oldalán keletkezett porgyűrűk nagy alkáli-oxid-, valamint klinkerásvány- (alít, belit) tartalma arra utal, hogy a tapadék a zsugorító zónán már áthaladt – a klinkerhűtőből a kemencébe a szekunder levegővel visszazállított – klinkerporból épül fel az alkáli só körfolyamatának kondenzációs területein.

Üzemi szakemberek bevonásával elemeztük a technológiai rendszerek működését, melyek alapján javaslatokat tettünk ezen nem kívánatos jelenségek megelőzésére.

A cementipari nyersanyagok kutatása

A Társaság a HCM Rt. mályi térségének homok-, ill. a BCM Rt. nagyharsányi és beremendi szilikátkomponens nyersanyagkutatási munkáiban vett részt az elmúlt öt évben. A nyersanyagkutatás célja a cementgyárak üzemeltetéséhez szükséges nyersanyagkészletek (cementgyártási mészkő, agyag, márga, homok) kémiai, ill. technológiai vizsgálatok alapján történő minősítése, ill. a „Művelési Feltételek” kielégítésének megállapítása. Geológus szakemberekkel együttműködve a kutatófúrásokból képzett átlag- és rétegmintákat kémiai, termikus (derivatográfiás) és műszeres (röntgendiffrakciós) módszerekkel vizsgáltuk. Ezenkívül technológiai vizsgálatokat (pl. reakcióképességi, égethetőségi vizsgálat) is végeztünk. Mindezen eredmények alapul szolgáltak a bányanyitás, ill. bányaművelés folyamatához.

Hulladékok cementipari hasznosításával, ill. ártalmatlanításával kapcsolatos kutatások

A cementipari klinkerégető rendszerek alkalmasak különböző hulladékanyagok (szekunder nyers-, ill. tüzelőanyagok) hasznosítására, ill. ártalmatlanításával kapcsolatos kérdésekkel, elsősorban a nyersliszt, klinker és cement minőségére gyakorolt hatásának vonatkozásában (nyomelemek beépítése, mineralizáló hatás, nyersliszt égethetőségére gyakorolt hatás, ill. egyes nehézfémek kioldhatósága stb.).

Az alábbiakban néhány fontosabb tudományos eredményt ismertetünk.

A zománcipari hulladékok cementipari ártalmatlanításának lehetőségét vizsgáltuk cementkémiai és technológiai vonatkozásban. Megvizsgáltuk a zománcipari hulladék kémiai összetételét, különös tekintettel a toxikus nehézfémek, ill. a klinkerégetés hőmérsékletén illékony (Cd, Pb, Tl) oxidokra. Nyersliszttekkel végzett égethetőségi vizsgálatok alapján meghatároztuk a hulladék adagolásának felső határát (0,5%). Az adagolás mértékét a B_2O_3 jelenléte szabja meg, mivel ez utóbbi negatív hatást gyakorol a $C_2S + CaO \rightarrow C_3S$ reakció lefolyására. A 0,5% hulladék adagolása sem az égethetőséget, sem a klinker minőségét nem befolyásolja kedvezőtlenül. A szabványos kioldódási vizsgálatokkal bizonyítottuk, hogy a bevitt toxikus nehézfémek a klinkerásványok kristályrácsaiba kémiailag beépülnek, amelyekből a desztillált víz, ill. gyenge sav nem, az ásványi sav pedig csak kis mennyiségben képes kioldani azokat.

Az azbesztartalmú hulladékok cementipari ártalmatlanítási lehetőségének vizsgálatánál abból indultunk ki, hogy az azbesztszálak környezetre, ill. egészségre gyakorolt hatása nem az azbeszt kémiai, ill. ásványi összetételével, hanem az azbesztszálak morfológiájával, ill. méretével függ össze. Ugyanakkor a krizotilazbeszt fő komponense a krizotilásvány, egy magnézium-hidroszilikát

($Mg_3Si_2O_5(OH)_n$), mely kb. 1000 °C-ig történő hevítés során elveszti szerkezeti vizét, és ezzel egyidejűleg a szál morfológiáját, ill. megjelenési formáját. A krokidolit (kék) azbeszt viszont 1100–1395 °C között olvad.

A kutatások során vizsgáltuk különböző mennyiségű krizotilazbeszt hatását a cementnyersliszt összetételére, reakcióképességére (égethetőségére), ill. az előállított klinker (cement) minőségére. Megállapítottuk, hogy a krizotilazbeszt adagolásának felső határa ~ 5%, amelyet főleg a MgO-tartalom szab meg. Röntgendiffrakciós és elektronmikroszkópi vizsgálatokkal bizonyítottuk, hogy az azbesztszálak a klinkerégetési hőmérsékleten (~ 1400 °C) morfológiailag valóban megszűnnek, ill. beépülnek a klinkerfázisokba.

Filterpor forgókemencébe való visszavezetése, ill. cementkiegészítő anyagként való felhasználása

Az LC Kft. elektrofiltereinek üzembe helyezésével, az addig a kéményeken át a szabadba távozó szálló por, leválasztásra kerül. Szükségessé vált tehát az így keletkező nagy mennyiségű filterpor hasznosítási lehetőségének vizsgálata.

Az LC Kft. megbízásából foglalkoztunk a filterpornak az égőfej mellett kemencébe történő visszafuvatásának, ill. visszaadagolásának lehetőségével és az ezzel összefüggő problémákkal. Vizsgáltuk a filterpor kémiai összetételét és annak változását az üzemelési idő függvényében. Égethetőségi vizsgálatokkal tisztáztuk a filterpornak a nyersliszt reakcióképességére gyakorolt hatását. Üzemi klinkerek mikroszerkezeti, ill. a klinkerekből laboratóriumban előállított cementek vizsgálatával a minőségben bekövetkezett változásokat tanulmányoztuk.

Megállapítottuk, hogy a filterporban nagy mennyiségben fordul elő a szabad CaO, SO_3 , Cl, valamint a Na_2O , K_2O , amelyek mennyisége a gyártás közben ingadozik. Ezen komponensek vegyületeinek nagy része vízoldható formában van jelen. Mindez arra utal, hogy az illékony komponensek elektrofilterben való leválasztása, majd a kemencébe való visszafuvatása erős alkálisó körfolyamatokat eredményez, ami megnövekedett gyűrű- és tapadékképzési hajlamot okoz. A filter a nyersliszt égethetőségét kedvezően befolyásolta. Ugyanakkor a visszafuvatás alkalmazásával üzemileg gyártott klinker összetételében, mikroszerkezetében, valamint a cementek szilárdságában nem volt kimutatható a filterpor hatása.

A filterpor cementkiegészítő anyagként való felhasználásának vizsgálata során megállapítottuk, hogy az kétkomponensű kiegészítőanyagként (mészkő, ill. puccolános anyag keverékeként) is kezelhető. Ez lehetőséget nyújt a filterpor hasznosítására oly módon is, hogy korlátozott mértékben a cementhez adagolják, vagy pl. kőművescementek előállítására használják fel.

NAH alapú kötési gyorsító kompozit adalékanyag kifejlesztése

Kutatásunk során az ipari melléktermékként keletkező nátrium-alumínium-hidrát (NAH) felhasználásával egy olyan kompozit-adalékanyagot fejlesztettünk ki, amely a cement kötését oly mértékben gyorsítja (a kötés kezdete kisebb mint 2 perc, a kötés vége kisebb mint 4 perc), hogy az alkalmassá váljon torkrét- (lőtt) betonok készítéséhez.

Mint már említettük, a *hulladék anyagok cementipari hasznosításával, ill. ártalmatlanításával összefüggésben vizsgáltuk a hazai klinker toxikus nehézfém-tartalmát, valamint azok lekötődésének, ill. kioldhatóságának mértékét. A vizsgálatokat a cementgyártáshoz felhasznált hidraulikus cementkiegészítő anyagokkal (pernye, kohósalak), valamint gipszkövekkel is elvégeztük. A kioldási vizsgálatokat az MSZ 21978/9-85 sz. szabvány szerint – desztillált vizes, gyenge savas, ill. ásványi savas közegben – végeztük. Megállapítottuk, hogy a klinker, gipszkő, pernye, kohósalak toxikus nehézfém-tartalmának még ásványi savas közegben is csak igen kis hányada oldódik ki. Megvizsgáltuk továbbá az egyes nehézfémek nyerslisztek égethetőségére gyakorolt hatását is.*

Betonadalékszerek hatása a különböző hazai cementekkel készült betonok tulajdonságaira

A kutatási téma keretében azt vizsgáltuk, hogyan változik egy adott betonadalékszernek a beton tulajdonságaira való hatása az alkalmazott cementfajta függvényében. Első lépésként (1993-ban) összeállítottunk egy betonadalékszer-katalógust, amelyben összefoglaltuk az akkor hazai forgalomban lévő adalékszereket (folyósító, fagyásgátló, kötési gyorsító anyagok stb.) főhatás, ill. gyártó szerinti csoportosításban. A katalógus tartalmazza az egyes anyagok jellemző tulajdonságait (fő-, mellék- és járulékos hatásait), a gyártó által javasolt alkalmazási területeket, adagolási módokat stb.

Ezután került sor a gyárak képviselőivel közösen kiválasztott betonadalékszerek és cementfajták kölcsönhatásának (összeférhetőségének) vizsgálatára. A vizsgálatokat részben cementpépen, ill. -habarcsban, részben betonkeverékeken végeztük, az MSZ 4701 „Betonadalékszerek” c. szabvány követelményrendszerének megfelelően, az MSZ EN 196, MSZ 4714, ill. MSZ 4715 vonatkozó előírásai szerint. A kutatás eredményei bizonyították, hogy a betonadalékszerek hatékonysága nagymértékben függ az alkalmazott cement típusától (ezen belül a gyártótól is), tekintettel arra, hogy a cement tulajdonságainak (kémiai-ásványi összetétel, őrlésfinomság stb.) függvényében változik a cement és az adalékszer között lejátszódó kémiai, fizikai-kémiai folyamatok hatásmechanizmusa.

Mészgyártással kapcsolatos kutatások

Az e téren végzett kutatómunka során több nagyüzemi mész-kő égetett mész előállítására való alkalmasságának vizsgálatát végeztük el (pl. BCM Rt., DCM Kft., HCM Rt.). Ezenkívül vizsgáltuk a mész mészhidrát gyártásra való alkalmasságát laboratóriumi és üzemi körülmények között égetett mészmintákon.

Ez utóbbi vizsgálatok során néhány elméletileg is számottevő eredményt értünk el. Így több vizsgálatunkkal felhívtuk a figyelmet a mész oltási sebességét befolyásoló tényezőkre (a mész-kő tisztasága, a mész kiégetettsége, az égetési paraméterek) az előállítható mészhidrát legfontosabb minőségi jellemzőire gyakorolt hatására (agglomerációs hajlam, diszperzitás, oltatlan mésztartalom stb.).

E vizsgálatokat sikerrel alkalmaztuk a beremendi hidratálási technológiában jelentkező egyes problémák kiküszöbölése érdekében végzett üzemi méréseknél.

Sikerült néhány olyan gyártásközi ellenőrzésre alkalmas vizsgálati módszert is kidolgozni, amelyek jelentős segítséget nyújtanak a jó minőségű termék biztonságos gyártásához.

Mészprognózis (1993–2000)

Mint ismeretes, a mész egyike a legsokoldalúbban felhasználható ipari termékeknek. Az egyes felhasználási területeknek a gazdasági életben betöltött szerepe azonban erősen függ az ipari szerkezettől. Pl. a kohászat, a vegyipar, az alumíniumipar területén jelentkező változások, az ipar több területét érintő drasztikus termelés-visszaesés jelentős befolyással volt a mésziparral szemben támasztott mennyiségi és minőségi igényekre.

Az általunk készített prognózisokban felhívtuk a figyelmet a mészipar területén mutatkozó strukturális változásokra. Prognosztizáltuk az acél- és alumíniumipar igényeinek várható visszaesését, valamint pl. a környezetvédelemmel, ill. hulladékkezeléssel kapcsolatos igények növekedését. Hangsúlyoztuk a feldolgozott mésztermékek (őrölt mész, mészhidrát, szárazhabarcs) gyártásának fontosságát.

Vizsgáltuk a cementipar rendelkezésére álló mész-kő-készleteket abból a szempontból is, hogy mennyiben felelnek meg azoknak a kőzetfizikai követelményeknek, melyeket szárazhabarcsok gyártása esetén ki kell elégíteniük. Ezek a vizsgálatok lehetőséget teremtenek a jövőben a cementipari termékválaszték további bővítésére.

Azbesztcementiparral kapcsolatos kutatások

1991–93 között – az Eternit Kft. megbízása alapján – intenzíven foglalkoztunk a „rétegszort” felületű színes az-

besztermekek minőségének javítására irányuló kutatásokkal. Ezen belül vizsgáltuk az azbesztszálak módosított összetételű bazaltszálakkal való helyettesítésének lehetőségeit a „szórt” felületi rétegben, a bazaltszálak viselkedését a bauxitcement matrixban, a „szórt” felületi rétegben lévő egyéb komponensek (pl. mészkőliszt) minőségét stb.

Munkaegészségügyi, környezetvédelmi tevékenység

A Társaság munkaegészségügyi és környezetvédelmi témájú munkáit az esetek túlnyomó többségében az egyes gyáráktól kapott egyedi megbízások (BCM Rt., BÉCEM Rt., CEMPAK Kft., DCM Kft., ETERNIT Kft., HCM Rt., LC Kft., PIETRA Rt. stb.), kisebb részben a CEMÜ, ill. a MCSZ megbízásából végezte.

A rendelkezésre álló műszerpark biztosította mindazon helyszíni és laboratóriumi mérések megfelelő színvonalú elvégzését, amelyek egyrészt a munkahelyeken fellépő környezeti ártalmak feltárására, mértékük megállapítására, másrészt pont- és épület-, esetleg felületforrások által kibocsátott légszennyező anyagok, üzemek által kibocsátott zaj mértékének vizsgálatára irányultak.

A cementipari technológia sajátosságaiból adódóan a munkaegészségügyi vizsgálatok elsősorban a munkahelyi légeret szennyező szálló por összetételére vonatkoztak, különös hangsúllyal az egyes kiegészítő nyersanyagok alkalmazásánál, hulladékok, veszélyes hulladékok ártalmatlanítása során. Ezzel párhuzamosan vizsgáltuk, hogy a technológia jelenlegi műszaki színvonalán az egyes munkakörökben dolgozók milyen értékű por- és gáznemű légszennyezők okozta ártalomnak, zajhatásnak vannak kitéve.

Fenti vizsgálataink részben meglévő üzemek ilyen felmérését, ill. kötelezően előírt időszakos vizsgálatát célozták, részben újonnan létesített vagy korszerűsített technológiák üzembe helyezéséhez, annak engedélyeztetéséhez szükséges vizsgálatok voltak.

Környezetvédelemhez kapcsolódóan valamennyi cementgyárra vonatkozó felmérés készült az üzemelő, helyhez kötött légszennyező források tényleges kibocsátásának, ill. a fajlagos kibocsátási értékek megállapítására.

A lehetőségek határain belül vizsgáltuk valamennyi gyár esetében a nehéz- és a félfémek emisszióját, valamint azt, hogy az egyes fémkomponensek mely anyagokkal és milyen arányban jutnak a technológiai folyamatba.

A NO_x-emisszió csökkentésére irányuló országos feladatokhoz kapcsolódóan vizsgáltuk a cementipari forgókemencék NO_x-kibocsátását, összefüggésben a technológiai paraméterekkel, ill. azok változásával.

Méréseket végeztünk újonnan létesített technológiai egységek és berendezések üzembe helyezésével kapcsolatban, kiemelten a por- és gáznemű légszennyezők emissziójára, zajkibocsátására.

Ezenkívül környezeti hatástanulmányokat készítettünk:

- új beruházások megvalósításához;
- technológiai módosításokhoz;
- hulladékok égetéséhez kapcsolódóan;
- veszélyes hulladékok cementgyártási technológiában való felhasználásával kapcsolatban;
- mészkő-, agyag- és homokbányák nyitására, bővítésére.

Hőtechnikai mérések

Klinkerégető rendszerek energiagazdálkodásának javítására, az energiaveszteségek feltárására és csökkentésére irányuló vizsgálatok:

- a BCM Rt. klinkerégető kemencerendszer hő- és légtechnikai kimérése alapján javaslat kidolgozása a hűtő- és kemencelevegő forgalmának összehangolására, valamint a kavicságyas porszűrő üzemeltetési viszonyainak részletes meghatározása;
- a DCM Kft. mészkemencéjének hő- és légtechnikai felülvizsgálata, a mérés eredményeinek értékelése alapján javaslat kidolgozása a szükséges módosításokra, a füstgáz CO-tartalmának csökkentése, ill. energiamegtakarítás érdekében.

Továbbá végeztünk ténymegállapító, átadás-átvételi hőtechnikai és környezetvédelmi méréseket (pl. garantált paraméterek igazolása anyag- és hőmérleg felvétele alapján, forgókemence nagyjavítás utáni mérése, klinkerhűtő hatásosságának vizsgálata), elsősorban a DCM Kft.-nél és BCM Rt.-nél.

A cementipari szabványosítással kapcsolatos feladatok ellátása

A téma keretében folyamatosan elláttuk a hazai cement- és mészszabványok európai szabványokkal való harmonizálásával kapcsolatos kutatási-fejlesztési és szervezési tevékenységet.

A munka során gondoskodtunk a cement (mész) kémiai és fizikai-mechanikai vizsgálatával kapcsolatos szabványok bevezetési feltételeinek megteremtéséről, beszereztük a szabványos vizsgálatok végzéséhez szükséges berendezéseket, vegyszereket, ill. elvégeztük az egyes vizsgálati módszerek honosításával, ill. bevezetésével összefüggő vizsgálatokat.

Körvizsgálatokat szerveztünk a hazai cementipari laboratóriumok közt a vizsgálati módszerek egyeztetésére, különös tekintettel a szabványokban megadott megfelelési feltételek betarthatóságának ellenőrzése érdekében. Ez utóbbi munkába megfelelő referenciákkal rendelkező külföldi (német, osztrák) laboratóriumokat is bevontunk.

A vizsgálati eredményekre alapozva kidolgoztuk az európai szabványokban szereplő olyan cementfajtákra vonatkozó termékszabványokat, mint a trassz-, a mész-

kőadalékos és az egynél több cementkiegészítő adalékanyagot tartalmazó kompozitcementek.

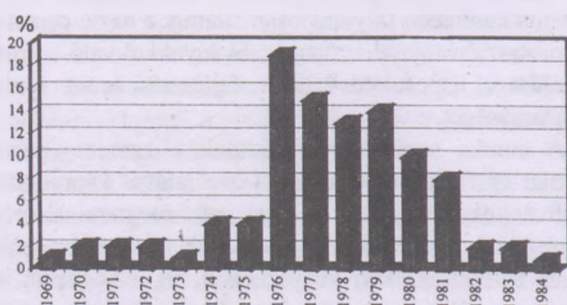
A cementipari európai szabványok egy meglehetősen sokat vitatott kérdése a cementkiegészítő anyagok (kohósalak, trassz, erőművi pernye, mészkő) mennyiségének meghatározása. Az erre vonatkozó szabvány (ENV 196-4) hosszú évek óta csak „előszabvány” formájában létezik. Vizsgálataink során sikerült megfelelően reprodukálni a pernye-, trassz- és mészkőtartalom szelektív oldásos módszerrel való meghatározását. A kohósalaktartalom EDTA-oldattal való meghatározására irányuló módszer azonban további pontosítást igényel.

Szakértői tevékenység

A szakterületre vonatkozó szaktanácsadással és szakértői tevékenységgel is foglalkoztunk. A számos szakértői tanulmány közül a következőket szeretnénk kiemelni.

Bauxitbetonból készült épületek vizsgálata

Korábbi kutatásainkra alapolozva közreműködtünk néhány budapesti kerület bauxitbeton épületeinek felülvizsgálatánál. Vizsgálataink megerősítették azt a korábbi, elméleti alapon levont következtetésünket, hogy a bauxitbetonok szilárdságszökkenése a rohamos szilárdságromlás periódusa után – miután a beton porozitásának növekedését befolyásoló folyamatok végbementek – lelassul, majd megáll, sőt kismértékű szilárdságnövekedés is végbemehet. Ismételten bebizonyosodott, hogy az általunk korábban kidolgozott vizsgálati módszerek alkalmasak a bauxitbetonok jövőben várható szilárdságváltozásainak prognosztizálására (4. ábra).



4. ábra

A „minimális szilárdság” elérésének évenkénti gyakorisága (%) a vizsgált bauxitbetonoknál (Révay, M.: „A bauxitcement diadala, bukása és feltámadása”. Beton, 3. k. 10. 1995.)

„Sigma” cementekkel készült építmények vizsgálata

Alapvető fontosságú kémiai vizsgálatokat végeztünk a Népstadion építéskor felhasznált, ún. „sigma cemen-

tek” korróziós viselkedésének tisztázására. Ezek során sikerült olyan módszert kidolgozni, amely lehetőséget teremtett a cementhez a gyártás során hozzáadagolt mészkő, valamint a betonban a portlandit karbonátosodásakor képződő kalcium-karbonát egymás mellett történő meghatározására. Vizsgálataink egyrészt hozzájárultak a Népstadion karbantartásával kapcsolatos felelősségteljes döntések meghozatalához, másrészt lehetőséget teremtettek arra, hogy adatokat szolgáltatassunk a mészkőadalékos cementekből készült betonok várható korróziós viselkedésével kapcsolatban.

Egyéb vizsgálatok

Az előző tevékenységen kívül számos minősítő vizsgálatot végeztünk:

- különböző anyagok (klinker, mészkő, bauxit stb.) öröklhetőségének vizsgálatát (Hardgrove-, Zeisel-, ill. Bond-módszerrel);
- „nem formázott tűzálló gyártmányok” habarcs- és betonvizsgálatait az MSZ előírásai szerint (szemcseméret, alkalmazási határhőmérséklet, nyomószilárdság stb.);
- külföldi cementek minősítését hazai és külföldi szabványok alapján (DIN, SIA, ÖNORM, ASTM, GOSZT, BS stb.);
- azbesztek minősítését stb.

A Társaság az elmúlt öt éves időszakban a következő – elsősorban saját fejlesztésű – termékeket gyártotta ill. forgalmazta:

- VI ÖNTŐHABARCS
nem zsugorodó öntőhabarcs gépi berendezésekhez, kihorgonyzáshoz, turbinákhoz, hidasrukhoz, előre gyártott elemek támasztásához stb. (PSB PAGEL receptúra alapján hazai alapanyagokból készült termék);
- DUZZADÓCEMENT
gyorsan kötő, nagy kezdőszilárdságú, elsősorban az előre gyártott elemekből épülő alagutak illesztési, csatlakozási hézagainak, hornyainak vízzáró tömítésére használható cement, mely ellentétben a portlandcementtel, szilárdulás közben nem zsugorodik, hanem meghatározott mértékben duzzad;
- FEHÉR FELÜLETI TÖMÍTŐANYAG
természetes és mesterséges kövek, burkolólapok felületi hibáinak kijavítására (tömítésére) szolgáló gyorsan kötő cementalapú anyag;
- SZIREDIN
nem robbanó repesztőanyag rideg tárgyak, betonok, kőzetek környezetkímélő feldarabolására;
- CEMKUT RAPID
por alakú kötésgyorsító adalékanyag, amely a cementhez, illetve betonhoz adagolva lehetővé teszi nagy tapadóképességű, különösen szórásra alkalmas beton és habarcs előállítását;

- MŰEMLÉKI HABARCS KÖTŐANYAGA
a római kortól a XVIII. századig épített létesítmények korhű helyreállításához használható falazóhabarcsok előállítására alkalmas portlandcementmentes kötőanyag. Különleges előnye az esztétikus megjelenés, tökéletes illeszkedés a korábban készült falazat kötőanyagához, kis repedésérzékenység, „kőzetbarát” tulajdonság;
- „LITOFIL”-CEMENT
egyenletes minőségű, mérsékelt „mész kivirágzás” hajlamú, kis repedésérzékenységű, kiváló vízzáróságú, a természetes kőzetekhez igen jól tapadó anyag;

- MNC-CEMENT
gyorsan kötő, igen nagy kezdő- és végszilárdságú cement, amely alkalmas tömör testek, műtárgyak készítésére.

A Társaság nagy gondot fordít(ott) szakmai és tudományos tekintélyének megőrzésére, fejlesztésére; hazai és nemzetközi, elsősorban cementipari szakmai kapcsolatainak ápolására. A Társaság kutatói előadásokkal részt vettek, ill. vesznek hazai és külföldi rendezvényeken, valamint szakmai bizottságok munkájában. Kutatóink számos cikket jelentettek meg hazai és külföldi szakmai folyóiratokban.

* * *

Juhász A. Zoltán: „Általános és szilikátkémiai kollidika” c. egyetemi jegyzet ismertetése

A „felületi és kolloid kémia” azoknak az anyagrendszereknek a tudománya, melyek nagy fajlagos felülettel rendelkeznek, s ezzel összefüggésben igen finom tűs, szálas, pórusos szerkezetűek, ill. igen finom (a látható fény hullámhosszánál kisebb méretű) részecskékből állnak. Szerkezeti- és építőanyagaink túlnyomó többségének ilyen a belső felépítése. Műszaki tulajdonságaikra a finomszerkezet messzemenően rányomja bélyegét, az ilyen anyagok előállításánál pedig súlyponti kérdéssé válik az optimális struktúra létrehozása, gyártástechnológiájuk szempontjából pedig a keletkezés és stabilizálás folyamatainak és jelenségeinek ismerete a mérnök és kutató számára a gyakorlatban és a tudományos munkában egyaránt.

A három kötetre tagolt egyetemi jegyzet elsősorban azzal a céllal készült, hogy a Veszprémi Egyetem vegyészmérnöki és vegyészeti, továbbá anyag- és környezetmérnöki oktatásában részesülő hallgatóknak a jelzett tudományterületen alapozó ismereteket nyújtson, valamint hogy a szilikátkémiai szakterületen tanuló hallgatók számára speciális ismereteket adjon. Ez utóbbi célt főleg az indokolja, hogy Magyarországon még egyáltalán nem, a világirodalomban pedig az utóbbi 30 évben nem jelent meg a szilikátokra specializált általános kolloidika, ezen a téren tehát úttörő és hézagpótló szerepet kívánt betölteni a hazai oktatásban. Ebből következik viszont az is, hogy a jegyzet megírásánál az is szempont volt, hogy segítséget nyújtson a kerámia-, a cement-, az üveg-, az ásványelőkészítés stb. területén működő mérnökök és

kutatók számára ez irányú ismereteik bővítéséhez, rendezéséhez, ill. felhívja a figyelmüket a további tanulmányozásra érdemes tudományterületekre.

A jegyzet megírásánál a cél az volt, hogy az egyes jelenségek alapjait ismertesse; tehát az alapjelenségekből kiindulva az egyes témákat lehetőleg addig a szintig ismerje meg az olvasó, ami a további tanulmányozást megkönnyíti, vagy annak szükségességére a figyelmet felhívja. Maga a három kötet is eszerint tagolódik, mégpedig a következők szerint.

- Az első kötet két fejezete a kolloid rendszerek és a felületi jelenségek áttekintése, különös figyelemmel a szilikátokra és műanyagokra (a kompozitumok fejlődésére való tekintettel).
- A második kötet fejezetei főleg azokat a jelenségeket tartalmazzák, melyek kolloid és más diszperz rendszerek előállításánál (kristályosodás, polimerizáció, őrlés), e rendszerek tartósításánál és megszüntetésénél játszanak fontos szerepet (kiegészítve néhány gyakorlati példával a mosás, folyadékok derítése, szol-gél eljárások stb. köréből).
- A harmadik kötetben a diszperz rendszerek szerkezete és makroszkópos-műszaki tulajdonságainak elemzése található (pl. szűrés, átnedvesedés, szilárdság, képlékenység, optika). A fejezetek a makroszkópos tulajdonságok alapjainak ismertetésével is foglalkoznak olyan mélységig, hogy a jelenségek könnyen megérthetőek legyenek.

Valamennyi fejezet kiemelten foglalkozik a szilikátipari gyakorlatban előforduló jelenségekkel.

A három kötet 565 terjedelmű 365 ábrával és 16 táblával, néhány javasolt irodalom jegyzékét is tartalmazza.



SZIKKTI Szilikátkémiai Anyagvizsgáló-Kutató Laboratórium Kft.

A magyar tűzállóanyag- és kerámiaipar bevonásával a SZIKKTI Szilikátkémiai Osztályának szakmai utódaként 1995-ben alakult.

A SZIKKTI Labor Kft. tevékenységi köre

A vizsgálatokat az MSZ EN 45001 követelményeinek megfelelően akkreditált vizsgálólaboratóriumként végzi. Okirat száma: 501/0069

Fizikai vizsgálatok:

- porozitás és pórusméret-eloszlás mérése 0.004-177 μm pórusátmérő tartományban;
- fajlagos felület mérése „egyponos” nitrogéngáz adszorpciós módszerrel 1 m^2/g -nál nagyobb felületű anyagoknál;
- sűrűségmérés hélium-piknométeres módszerrel;
- ált. szemcseméret és szemcseméret-eloszlás vizsgálata 1-192 μm -os tartományban, lézergranulométerrel.

Termoanalitikai vizsgálatok:

- differenciál termoanalitikai vizsgálatok derivatográf-fal;
- dilatációs vizsgálatok 20–1000 °C, 20–1500 °C és –170 °C-tól +400 °C-ig;
- terhelés alatti lágyulás és kúszás vizsgálata max. 1700 °C-ig;
- tűzálló anyagok szabványos vizsgálata.

Kristályszerkezeti vizsgálatok röntgen pordiffrakcióval:

- minőségi fáziselemzés: építőanyag-ipari nyersanyagok, félkész és késztermékek kristályos fázisainak azonosítására;
- mennyiségi fáziselemzés: agyagásvány-tartalmú nyersanyagok montmorillonit-, illit-, kaolinit-, klorit-, kvarc-, földpát-, plagioklász-, kalcit- és dolomittartalmának meghatározása kvarc belső standard használatával. Teljes fázisösszetétel-számítás portland- és alumínátcement klinkerekre. Különböző minták korund-, cirkon-, kristoballit- és mullit-tartalmának meghatározása;
- magas hőmérsékletű vizsgálatok Pt mintatartóval, levegőn 1550 °C-ig, Ta mintatartóval, vákuumban 2200 °C-ig a magas hőmérsékletű fázisátalakulások kimutatására.

Morfológiai és mikroszondás vizsgálatok:

- pásztázó elektronmikroszkópi leképezés 20–60 000 szeres nagyítási tartományban;

- energiadisziperz elektronsugaras mikroanalízis;
- optikai mikroszkópia, képanalízissel.

Kémiai összetétel meghatározása:

- röntgenfluoreszcens analízis (RFA).

A SZIKKTI Labor Kft. kutatási, fejlesztési, szakértői munkájának főbb területei

- Építőipari nyersanyagok, félkész és késztermékek (cement, üveg, kerámia, (gáz)beton, tűzálló- és szigetelőanyagok stb.), biokémiák, szupravezetők stb. vizsgálata.
- Szervetlen szintetikus szálanyagok korróziójának, szálerősítésű termékek tulajdonságainak tanulmányozása. Különleges minőségű szálanyag-összetételek kidolgozása.
- Környezetvédelmi problémák megoldása. A gyártás során keletkező (veszélyes) hulladékok (szenny)vizek, iszap, levegő- és porminták vizsgálata.
- Műemlékvédelemmel kapcsolatos kőkonzerválási módszerek minősítése.

Együttműködő intézmények, partnereink

- MAGNEZITIPAR Rt.,
- DUNAFERR Tűzállóanyag-Gyártó Kft.,
- BURTON-APTA Tűzállóanyag-Gyártó Kft.,
- RÁTH HUNGARIA Rt.,
- SZIKKTI Szilikát-Kerámia Anyagvizsgáló Kft.,
- CEMKUT-TECHNOCEM Kft.
- Műemlékvédelmi Felügyelőség,
- Építésügyi Minőségellenőrző Intézet,
- Környezetgazdálkodási Intézet,
- Budapesti Műszaki Egyetem,
- Veszprémi Egyetem,
- Miskolci Egyetem,
- Ybl Miklós Műszaki Főiskola.

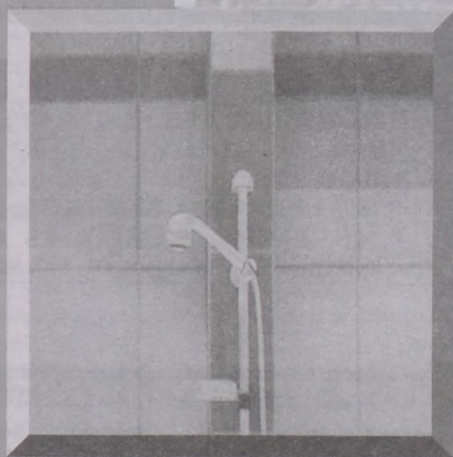
Várjuk kutatási, fejlesztési, szakértői megbízásukat!

SZIKKTI Labor Kft.

1034 Budapest, Bécsi út 122–124. D ép. fszt.

Tel.: 188-8752, fax: 168-7626

SZILETON CSEMPERAGASZTÁSI RENDSZER



Stílusának alapja az egyediség?
Fürdőszoba építéséhez, átalakításához kiváló
minőségű alapanyagokat keres?
Láthatatlan alapot biztosítanak a burkoláshoz
a SZILETON csemperagasztási rendszer tagjai.
A SZILETON FLEX csemperagasztó segítségével
régi csempére új burkolatot ragaszthat.
Tapasztalati alapon ajánlja Önnek a



Szaktanácsadás, vevőszolgálat:
Kemikál Építőanyagipari Rt.
1072 Budapest, Nagy Diófa u. 10-12.
Tel: 342-8969, 322-1066
Fax: 342-2152

az alapos

DECORPRINT S. A.
/ Spanyolország - Badalona /

- * **DECORPRINT MATRICÁK**
porcelán - kerámia - csempé - üveg - és zománcipanel termékek
- * **KATALÓGUSBÓL MÁZ FELETTI, MÁZ ALATTI ÉS MÁZBA SÜLLYEDŐ DEKOROK**
- * **56 ÉV GYÁRTÁSI TAPASZTALAT**
- * **VEVŐORIENTÁLT DEKORFEJLESZTÉS**

HIGHTECH CERAM GmbH
/ Németország - Blankenheim /

- * **KORSZERŰ ÉGETÉSI SEGÉDESZKÖZÖK**
Kemenceköcs al - és felépítmények, kerámia görgők, rekrisztallizált SIC lapok, tányértokok
- * **SZÁLKERÁMIA BLOKKOK, PAPANOK**
- * **MŰSZAKI KERÁMIÁK ÉS ALAPANYAGOK**
Speciális Al_2O_3 , ZrO_2 , Y_2O_3 , SIC, Si_3N_4 , B_4C és BN kerámiák

KEMA Maschinenbau GmbH
/ Németország - Görlietz /

- * **NYERSANYAG-ELŐKÉSZÍTŐ GÉPEK**
Malmozók, törők, keverők, homogénizátorok
- * **PRÉSEK ÉS ALAKADÓ BERENDEZÉSEK**
Szárpaprésok, vákuumprésok, csigaprésok, extruderek
- * **ANYAGMOZGATÓ GÉPEK ÉS RENDSZEREK**
- * **ALKATRÉSZELLÁTÁS - SZAKTANÁCSADÁS**

KOMAGE Maschinenbau GmbH
/ Németország - Kell am See /

- * **MECHANIKUS, HIDRAULIKUS ÉS HIDRO - MECHANIKUS PRÉSEK - PORSAJTÓK**
elektronokkal alkatrészek, - műszaki kerámiák - porkohászati termékek
valamint egyéb porok és granulátumok sajtolására
- * **5 KN - 10.000 KN SAJTOLÓERŐ, CNC VEZÉRLÉS**
- * **SZERSZÁMGYÁRTÁS - ALKATRÉSZELLÁTÁS**

PABELTHERM GmbH
/ Németország - Eisdorf /

- * **KORSZERŰ IPARI-KEMENCÉK**
Aknás -, alagút -, dob -, harang -, kád -, kamra -, rés -, szalag- és - tokokkemencék a PORCELÁNIPAR - ÜVEGIPAR - FÉMIPAR valamint a KERÁMIAIPAR és TÉGLAIPAR számára
- * **ENERGIA-TAKARÉKOS LABORKEMENCÉK**
Iskolák - technikumok - egyetemek - üzemi laboratóriumok számára

Onduline®

A megbízható tetőkért



Onduline. Könnyű, időjárásálló bitumenes hullámlemez, mely ipari- és mezőgazdasági épületek, raktárak, csarnokok és egyéb melléklétesítmények tetszetős és gazdaságos fedőanyaga. Színválasztéka révén előnyösen illeszthető eltérő adottságú környezeti körülmények közé. A gyártó és a forgalmazó 15 év garanciát vállal vízzáróságára.



Onduline. ÚJRAFEDÉS
A bitumenes hullámlemez táblák kis tömege lehetővé teszi az elhasználdott hullámlemez héjazatok átfordesés felújítását a régi szerkezet elbontása nélkül, ezáltal a kivitelezési munkák idején az épület rendeltetésszerű használata biztosított.



Onduline. E bitumenes hullámlemez alátéthéjazat alkalmazásával a hagyományos cserépfedések vízzárásának biztonsága (kisebb hajlásszögű tetők esetén is) jelentősen megnövelhető, a szerkezet hő- és hangszigetelési paramétereit javíthatók.

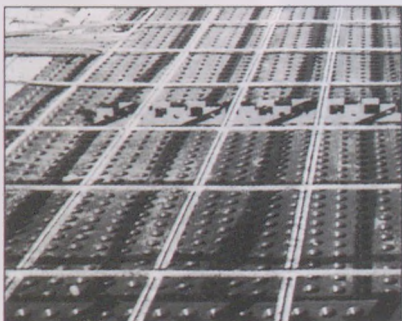


Bardoline Üvegfatyolszövet hordozórétegű bitumenes zsindegy, mely bonyolult geometriájú tetőszerkezetek könnyű, és – szín- és formaválasztéka révén – igen esztétikus fedőanyaga. 10 év vízzárósági garancia.

Bituline
Poliszter fatyolszövet erősítésű modifikált bitumenes hegeszthető vastaglemez új lapostető szerkezetek csapadékvíz elleni védelmére és meglévő bitumenes szigetelések felújítására. A lángolvasztásos kivitelezési eljárás gyors és hatékony munkavégzést tesz lehetővé. 10 év vízzárósági garancia.



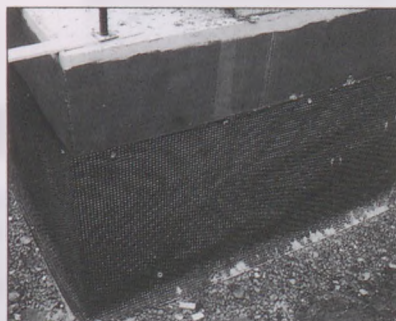
és szigetelések védelméért.



FONDALINE

Felületszivargó lemez alkalmazása az alábbi előnyöket nyújtja:

- felhasználható a mélyépítészetben szigetelésvédő falként, járható tetők és zöldtetők szivargórétegeként,
- 20 év garancia,
- környezetbarát, magas mechanikai ellenállóképességű,
- hatékonyságát az épület teljes élettartama alatt megőrzi,
- hatékony, gyors kivitelezés lehetősége.



Bővebb műszaki információval készségesen állunk rendelkezésükre.

Onduline®





HEJŐCSABA CEMENT-ÉS
MÉSZIPARI RT.

Minőségbiztosítási rendszer a HCM Rt.-ben

A Hejőcsabai Cement- és Mészipari Rt. azon európai vállalatok közé tartozik, ahol az ISO 9002-es minőségi követelményrendszernek megfelelő termelés folyik.

A hejőcsabai gyár Magyarországon először szerezte meg ezt az elismerést a cementgyárak között. Az ISO 9002 egy olyan rendszer, ami a gyártás minden fázisában szigorúan ellenőrzi és dokumentálja a termelést, ezzel elérhető, hogy a HCM Rt. termékei mindig és mindenkor garantált minőségűek.

Minőség a gyártásban, az irányításban és a kereskedelemben. Ezt a mottót a HCM Rt. teljes egé-

szében magáénak vallja, így elérte, hogy a minőségközpontú gondoskodás meghatározóvá vált a termelésben. A minőségbiztosítási rendszer ISO 9002 szerinti tanúsítása egyre nagyobb szerepet játszik a nemzetközi és hazai útépitési és más hasonló építési projektek elnyerésében. Nem lehet mindegy tehát a nagyobb, de a kisebb felhasználóknak sem, hogy milyen minőségű alapanyagot használnak.

A piaci versenyben a minőség az egyik legfontosabb kategória, ezért a Hejőcsabai Cement- és Mészipari Rt. biztosan megállja helyét a hazai és nemzetközi piacon.

Kézben tartott minőség!

HCM Rt. 3506 Miskolc, Fogarasi u. 6,
Tel.: 46/367-133; Fax: 46/365-830

A HCM Rt. minőségbiztosítási rendszerét az SGS Yarsley ICS tanúsította az ISO 9002: 1994 szerint



Bécsi Hullám 625

A Bécsi Hullám 625

harmonikusan illeszkedik minden tájhoz
és minden építészeti stílushoz.

A tetővel kapcsolatos igényeit a
Bécsi Hullám 625

tökéletesen kielégíti, mindezt a legnagyobb
anyagtakarékossgal, a legjobb kivitelben,
a legnagyobb biztonsággal és esztétikus színekben.

A vörös, sötétbarna és antracit színek
a **Bécsi Hullám 625**

hullámlemezekkel fedett tetőknek a fény- és
árnyék játékával egyéni atmoszférát kölcsönöznek.

Előnyei:

- egyszerű, gyors kivitelezés,
- biztonságos, viharálló, könnyű,
- tökéletes védelem az időjárással szemben,
 - esztétikus,
 - nagyon kedvező ár

Műszaki tanácsadásunk irodánkban
és a helyszínen, számítógépes tervezésünk,
oktatásunk, tanfolyamaink
ingyenesek.

150m² felett ingyen házhozszállítunk
mindent az ország legtávolabbi pontjára is!

Hát lehet nekünk ellenállni?

Ha további információkra van szüksége,
keressen minket:

ETERNIT Osztrák-Magyar Építőanyagipari KFT.
Gyár- és értékesítés:
H-2536 Nyergesújfalu Pf. 1
Telefon: (33) 355613
Telefax: (33) 355700



Eternit

Budapesti Képviselet
H-1037 Budapest, Bécsi út 85.
Telefon: (1) 2508134
Telefax: (1) 2508135



Lábatlani C. M.



„HOLDERBANK” csoport

Lábatlani Cementipari Kft.

2541 Lábatlan, Rákóczi u. 60. Pf. 17. ☎ (33) 361-788 Fax: (33) 361-953

„BEÉPÜLÜNK”

Az 1868-ban alapított Lábatlani Cementipari Kft.
a következő termékcsalával áll rendelkezésükre:

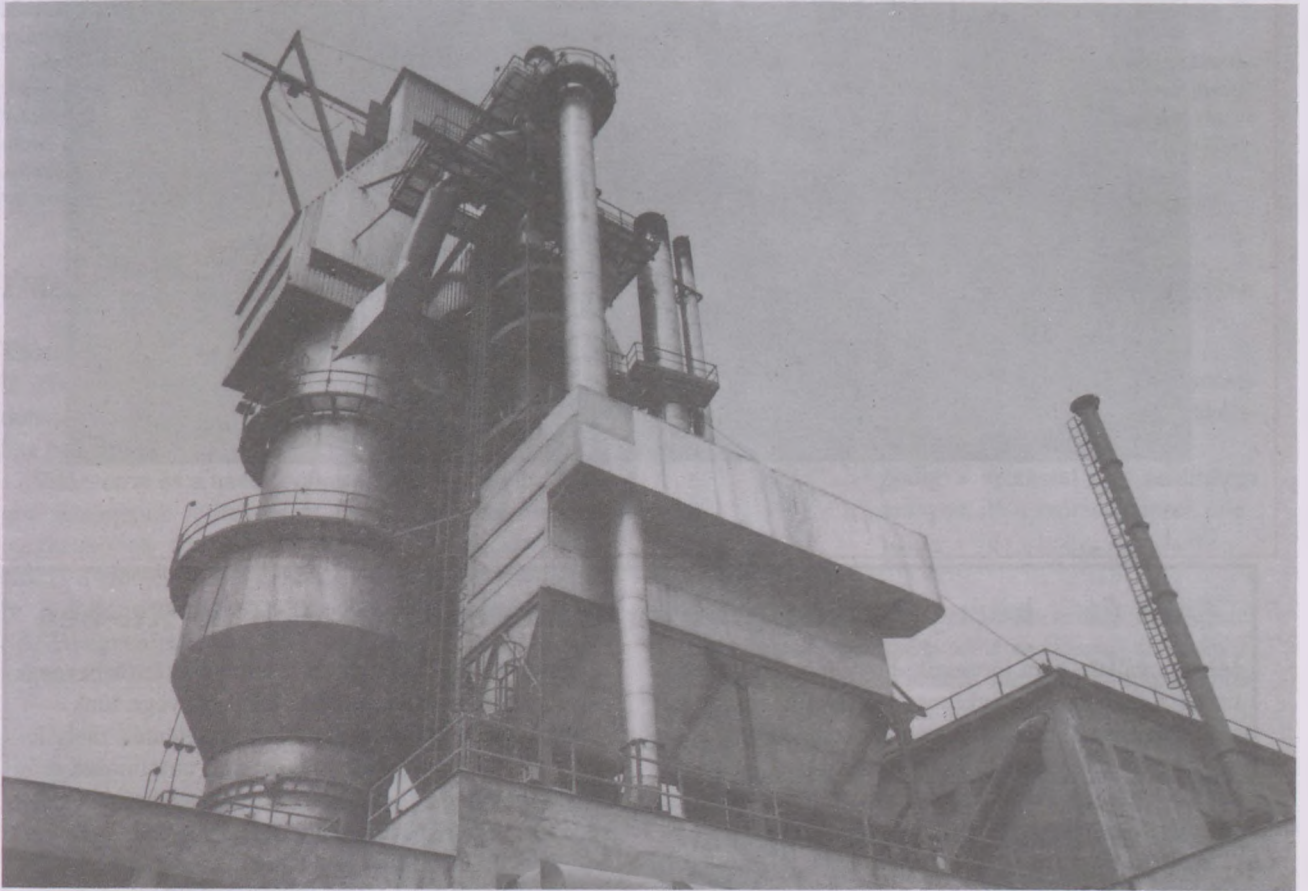
- 350 ppc 10 ömlesztett és zsákos cement
- 350 ppc 20 ömlesztett és zsákos cement
- S-54 350 pc ömlesztett és zsákos cement
- 450 pc ömlesztett cement

Bizalmát előre is köszönjük, hogy építkezési munkáihoz a

Lábatlani Cementipari Kft.

kitűnő minőségű cementjét alkalmazza.

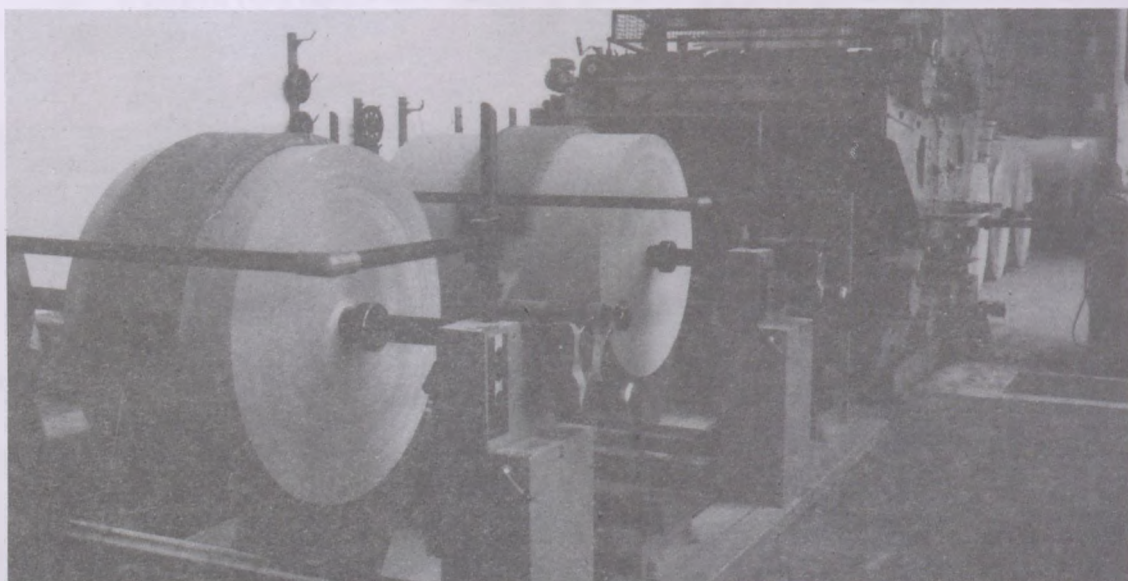
2541 LÁBATLAN, Rákóczi út 60. Pf. 17 • Tel.: (33) 361-788 • Fax: (33) 361-953



A kemence főbb műszaki paramétereit a következők:

- Teljesítménye: 40–120 mm és 50–15 mm-es mészkőfrakciónál 450 t mész /nap; a kemence teljesítménye rugalmasan változtatható, kb. 270 t mész/nap teljesítménytől 470 t/napig. A kívánt értéket számítógépen állítják be, a termelés lefolyása ezt követően már e szerint történik.
- Fajlagos hőenergia-igény: kisebb mint 840 kcal/kg mész.
- Maradék CO₂-tartalom: 2%.
- Villamosenergia-igény: 28 kW · h/t mész.
- A mész reaktivitása: 350 ml NH₄Cl 10 percen belül.
- A mész minősége: 90 (MSZ 108/2) építési darabos mész.

A kemence a legkorszerűbb képernyős technikával a SIEMENS PLC-vel rendelkezik.



Nyomdamű

Zöld út – környezetvédelmi irányítási rendszer a HCM Rt.-ben

Minden vállalat arra törekszik, hogy terméke, szolgáltatása a piacon versenyképes legyen. Ehhez ma már nem elegendő jó minőségű termékeket előállítani, hanem az egyre szigorodó környezetvédelmi elvárásoknak is eleget kell tennie, környezetvédelmi tevékenységét folyamatosan javítani, fejlesztenie kell.

A HCM Rt. vezetése felismerte ennek jelentőségét s azt, hogy már önmagában nem elég a korszerű, környezetet kímélő technológiák alkalmazása iránti több évtizedes elkötelezettsége. A cementgyárak közül az elsők között vállalta a BS 7750 szerinti környezetvédelmi irányítási rendszer bevezetését, mely hatékony működtetése esetén biztosítja – és a környezet számára demonstrálja – a környezetvédelmi folyamatok figyelmét, elemzését és folyamatos fejlesztését.

A minőségbiztosítási és a környezetvédelmi szabvány közötti egyezőségek miatt kiváló alapot nyújtott a környezetvédelmi rendszer kialakításához a HCM Rt. ISO 9002: 1994 szerint tanúsított, jól működő minőségbiztosítási rendszere.

A HCM Rt. a BS 7750 szerinti környezetvédelmi irányítási rendszer bevezetéséről 1995. március hónapban döntött, szerződést kötve egy külső tanácsadó céggel, mely a rendszer kialakítását szakértelmével segíti.

Az első fázisban (1995. március – május) a tanácsadó

céggel és az angol környezetvédelmi szakértők bevonásával környezetvédelmi felülvizsgálatot végeztünk.

Elkészült az előkészítő áttekintési jelentés, mely leírja a HCM Rt. pillanatnyi helyzetét, tartalmazza erős és gyenge pontjait, valamint azokat a szükséges intézkedéseket, amelyeket a vállalatnak meg kell tennie ahhoz, hogy kielégítse a szabvány követelményeit.

A következő fázis (1995. május – 1995. december) a tervezés, bevezetés időszaka volt. Megfogalmazásra került a HCM Rt. környezetvédelmi politikája, környezetvédelmi célkitűzései. Elkészültek a rendszer dokumentumai – a környezetvédelmi irányítási kézikönyv, a folyamatleírások, munkautasítások. Környezetvédelmi alapkutatásban részesültek a vállalat dolgozói. A rendszer hatékony és folyamatos működtetése érdekében meghatároztuk a belső auditorok körét, és részükre belső környezetvédelmi auditori képzést tartottunk.

Jelenleg (1996. január 1-jétől) próbaműködés alatt áll a rendszer. A próbaműködés célja, hogy a rendszert a gyakorlatban kipróbálva, a kapott eredmények alapján javítva felkészüljünk a harmadik fél általi tanúsításra.

A minőségbiztosítási és a környezetvédelmi irányítási rendszer kialakításával és összekapcsolásával a HCM Rt. megtette az első lépéseket egy nemzetközileg is elismert integrált vezetői rendszer megteremtésére.

A többkomponensű cementek szemcseméret-eloszlása és minősége

Opoczky Ludmilla
CEMKUT Kft., Budapest

Tanulmányoztuk a különböző cementkiegészítő adalékanyagokkal (kohósalak, trassz, erőművi pernye, mészkő) készült cementek szemcseméret-eloszlása és minősége közötti elvi összefüggéseket.

Megállapítást nyert, hogy a többkomponensű cementek együtörtléssel történő előállításánál az egyes komponensek őrlhetősége meghatározó szerepet játszik a cement szemcseméret-eloszlásának alakulásában. A cementkiegészítő adalékanyag fajtáinak, mennyiségének és a cement őrlési finomságának/szemcseméret-eloszlásának változtatásával a cement minőségét kedvező irányba lehet befolyásolni.

Előzmények, illetve a kutatás célkitűzése

Köztudott, hogy egy adott kémiai, ill. ásványi összetételű klinkerből készült cement fizikai-mechanikai tulajdonságait a cement őrlési finomsága, azaz fajlagos felülete és szemcseméret-eloszlása határozza meg.

Világszerte és a hazai gyakorlatban is a cement fajlagos felületének jellemzésére a permeabilitás méréssel meghatározott ún. „külső” fajlagos felületet (Blaine-szám), a szemcseméret-eloszlás leírására, ill. jellemzésére a Rosin-Rammler-Sperling-Bennett (továbbiakban RRSB) egyenletet, ill. annak két állandóját: n és az \bar{x} alkalmazzuk:

$$1-D(x) = R(x) = \exp[-(x/\bar{x})^n] \quad (1)$$

ahol: R – az őrlemény valamely szitanyílású mérőszíntán fennmaradt tömeghányada;
 x – a szemcseméret (szitanyílás);
 \bar{x} és n állandók.

Az RRSB egyenlet a következő alakra hozható:

$$\ln \ln (1/R) = n \ln x + \text{állandó} \quad (2)$$

A cement szemcseméret-eloszlása az RRSB-egyenletnek megfelelő hálón (DIN 66145 háló) – ahol az ordinátá R kétszeres logaritmus; az abszcissza pedig x ekv. szemcseméret egyszeri logaritmus – ábrázolva jó megközelítéssel egyenest ad. Az egyenes iránytangense n , és a $100/e = 36,8$ -nek megfelelő vízszintesről az \bar{x} szemcseméretet metszi ki. Az \bar{x} méretet finomsági mérőszámnak, az n -t pedig egyenletességi tényezőnek nevezzük.

Beke [1] az aprózódási folyamat osztási jellegének megfelelően nemcsak az ábrázolásban, hanem a számításban is a szemcseméret logaritmusát figyelembe véve megállapította, hogy a logaritmus argumentum mellett az RRSB-egyenlet két állandója n és \bar{x} az aprí-

Principal connections between particle size distribution and quality of cements, containing different additives (as blastfurnace slag, trass, fly ash, limestone) were studied.

If these polycomponent cements are produced by joint grinding the the grindabilities of the components play a decisive role in the particle size distribution of the cement as a whole. Cement quality can be improved by the adequate choice of the quantity and particle size distribution of the additives.

tás sztochasztikus folyamatának fontos statisztikai jellemzői:

- $\bar{x} = x_{mi}$ – az eloszlás modulusza (az a szemcseméret, mely legnagyobb gyakorisággal fordul elő);
- n – pedig a szórással (σ_1) fordítottan arányos, ill. a szórásc reciprok értékének 1,282-szerese ($\sigma_1 = \frac{1,282}{n}$).

Fentiekre alapozva joggal mondhatjuk, hogy az egyenletességi tényező (n) a szemcseméret-eloszlás szórássának, „szélességének” a mérőszáma, minél kisebb az n , annál „szórtabb”, „szélesebb” a szemcseméret-eloszlás; a finomsági mérőszám \bar{x} az őrlemény finomságának a mérőszáma, minél kisebb az \bar{x} , annál finomabb az őrlemény (cement).

A kutatók ez idáig leginkább a portlandcement szilárdsága és szemcseméret-eloszlása között kerestek összefüggéseket, melyek alapján olyan megállapításra jutottak, hogy azonos fajlagos felület mellett annak a portlandcementnek van nagyobb szilárdsága, mely „szűkebb”, azaz nagyobb egyenletességi tényezőjű szemcseméret-eloszlással rendelkezik ($n \geq 1$) [2, 3, 4].

Ugyanakkor mind a hazai, mindpedig a világ cement-termelésében a portlandcementek mellett jelentős részt képeznek a cementkiegészítő anyagokat tartalmazó ún. többkomponensű cementek. A hagyományos, hidraulikusan aktív cementkiegészítő anyagok (granulált kohósalak, erőművi pernye, trassz stb.) mellett manapság széles körben alkalmaznak ún. inert adalékanyagokat is, elsősorban mészkövet.

A többkomponensű cementek szemcseméret-eloszlásának alakulása tekintetében azonban eddigi ismereteink eléggé hiányosak. Ennek mélyrehatóbb tanulmányozására tulajdonképpen akkor nyílt meg a lehetőség, amikor a hazai cementkutatásban megjelentek a lézergranu-

lométerek. A cementek szemcseméretének vizsgálatára korábban alkalmazott ülepítési módszerek, ill. eszközök – Robinson-Köhn, Andreasen pipetta stb. – heterogéncementek (keverékörlemények) megbízható vizsgálatára nem voltak alkalmasak.

Számos üzemi és laboratóriumi cement vizsgálata során olyan következtetéshez jutottunk, hogy a szemcseméret-eloszlás „szórása” nemcsak a cement szilárdságát, hanem vízigényét, ill. a belőle készült habarcs és beton bedolgozhatóságát, időállóságát, azaz egyes alkalmazástechnikai tulajdonságait direkt vagy indirekt módon befolyásolja. Ez az összefüggés, mely mindenképpen portlandcementekre is érvényes, leglátványosabban többkomponensű cementeknél mutatkozik.

A kutatás célja volt a többkomponensű cementek szemcseméret-eloszlása és minősége (elsősorban vízigénye) közötti összefüggések tanulmányozása.

Kiinduló anyagok és vizsgálati módszerek

A kísérlethez az 1. táblázatban látható ásványi összetételű klinkert, valamint cementkiegészítő adalékanyagokat használtuk. A cementkiegészítő adalékanyagok minősége megfelelt a vonatkozó szabványok által előírt követelményeknek.

A kiinduló anyagok és keverékek őrlhetőségét Zeisel-féle módszerrel, ill. készülékkel határoztuk meg. A vizsgálati módszer lényege abban áll, hogy az őrlési idő növekedésével az anyagot a kívánt finomsáig őrlik, és az energiafogyasztást nyomatókméréssel mérik. A mért munkaráfordításból az ún. „fajlagos őrlhetőség” (W_1) számítható ki. A vizsgálati eredményeket „fajlagos őrlhetőség” – fajlagos felület diagram formájában ábrázoltuk.

Az anyagok őrléshez való előkészítése (a pernye kivételével) kalapácsos törőn (3,4 mm-es felső mérethatár) történt. Az őrlési kísérleteket 305×305 mm méretű, 70/min fordulatszámú laboratóriumi malomban végeztük. Őrlőtesttöltete 20 kg vegyes méretű acélgolyó, melynek megoszlása: Ø 38 mm 27 db; Ø 25 mm 57 db; Ø 19 mm 201 db. Az őrlés során mértük az adott finomság eléréséhez szükséges őrlési időt, amely egyben az őrlésre fordított munka (energia) jelzőszáma is. Az őrléseket azonos őrlési idő, ill. azonos fajlagos felületek mellett végeztük, majd megvizsgáltuk az őrlémények szemcseméret-eloszlását. Az őrlémények fajlagos felületét permeabilitás mérési módszerrel (Blaine-készülékkel), szemcseösszetételét (3–200 µm) CILAS 715 típ. lézerganulométerrel határoztuk meg. Az őrlémények szemcseméret-eloszlásának leírására, ill. jellemzésére RRSB-egyenletet, ill. annak két állandóját: n – egyenletességi tényezőt és \bar{x} – finomsági mérőszámot használtuk.

A különböző összetételű ~ 300, ~ 350, ~ 400 m²/kg fajlagos felületű többkomponensű cementeket állítottuk elő laboratóriumi malomban 6 m/m% gipszkő utólagos

A vizsgálatához felhasznált anyagok kémiai, ill. ásványi összetétele és egyéb jellemzői

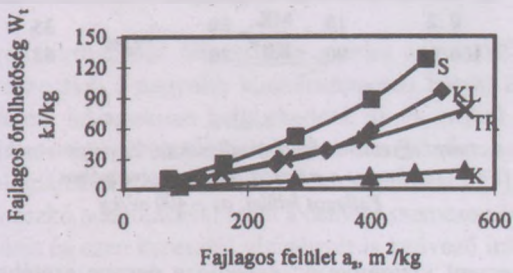
Klinker		Kohósalak			
Kémiai összetétel, m/m %		Kémiai összetétel, m/m %			
Izz. veszt.	0,71	Izz. veszt.	–		
SiO ₂	22,35	SiO ₂	35,80		
Al ₂ O ₃	5,03	Al ₂ O ₃	8,18		
Fe ₂ O ₃	3,66	Fe ₂ O ₃	1,76		
TiO ₂	0,24	TiO ₂	1,41		
CaO	65,22	CaO	39,96		
MgO	1,07	MgO	10,13		
K ₂ O	0,71	MnO	0,33		
Na ₂ O	0,23	FeO	1,16		
SO ₃	0,21	SO ₃	1,97		
Cl ⁻	0,008	Modulus DIN 1164 szerint			
Oldh. maradék	0,12	$\frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2} = 1,63$			
CaO _{sz}	0,30				
SM	2,57	Bázicitási index			
AM	1,37				
TT	0,88				
Ásványi összetétel (Bogue szerint számított)		$B = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3} = 0,91$			
C ₃ S	54,7				
C ₂ S	23,1				
C ₃ A	7,1				
C ₄ AF	11,1				
Pernye		Trassz		Mészkö	
Kémiai összetétel, m/m %		Kémiai összetétel, m/m %		Kémiai összetétel, m/m %	
Izz. veszt.	1,70	Izz. veszt.	3,73	Izz. veszt.	43,10
SiO ₂	56,65	SiO ₂	72,25	SiO ₂	0,63
Al ₂ O ₃	21,98	Al ₂ O ₃	13,12	Oldh. mar.	0,15
Fe ₂ O ₃	6,65	Fe ₂ O ₃	1,46	Al ₂ O ₃	0,16
TiO ₂	0,38	CaO	1,80	Fe ₂ O ₃	0,17
CaO	6,21	MgO	0,20	CaO	55,28
MgO	1,61	K ₂ O	3,99	MgO	0,34
K ₂ O	1,82	Na ₂ O	3,34	SO ₃	0,15
Na ₂ O	1,04	SO ₃	0,10	CO ₂	42,88
SO ₃	1,37	Hidraulikus aktivitás		CaCO ₃	97,5
CaO _{szab}	0,25	mgCaO/g = 69,92		(CEN)	
Hidraulikus aktivitás	mgCaO/g = 198,1	$\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3} = 0,02$		„Metilénkék-érték”	g/100 g = 0,42
				TOC-érték, %	(összes szervesanyag-tartalom)
					0,1

bekeverése mellett, majd megvizsgáltuk valamennyi cement vízigényét, valamint 3, 7 és 28 napos nyomó- és hajlítószilárdságát (MSZ EN 196: 1990 szerint). A cement vízigénye alatt a szabványos folyósságú cementpép készítéséhez szükséges vízmennyiséget értjük.

Vizsgálati eredmények

Az 1. ábrán a kiinduló anyagok (pernye kivételével) „fajlagos őrlhetősége” (W_1) látható. Megállapítható, hogy a megvizsgált anyagok őrlhetőségükben lényegesen különböznek egymástól. Így a klinker, a kohósalak és a trassz a nehezen őrlhető ($W_1 \sim 35\text{--}21 \text{ kW}\cdot\text{h/t}$), a mészkő pedig a könnyen őrlhető ($W_1 \sim 5 \text{ kW}\cdot\text{h/t}$) anyagok kategóriájába sorolhatók.

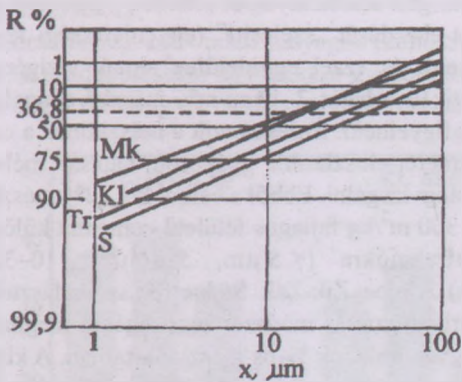
A 2. ábra az őrlhetőség és szemcseméret-eloszlás közötti összefüggést illusztrálja. Az ábrán a kísérleti anyagokból laboratóriumi golyósmalomban – azonos őrlési idő mellett – előállított őrlemények szemcseméret-eloszlási görbéi, valamint jellemző finomsági paraméterei (fajlagos felület, n és \bar{x}) láthatók. Az eredményekből kiténik, hogy a könnyen őrlhető mészkőből kisebb egyenletességi tényezőjű (n), azaz „szélesebb”, a



KL:Klinker S:Kohósalak TR:Trassz K:Mészkő

1. ábra

Kiinduló anyagok fajlagos őrlhetősége (W_1) a fajlagos felület (a_s) függvényében



Anyag	Őrlési idő h	Fajlagos Felület m^2/kg	RRSB	
			n	\bar{x} μm
Kohósalak (S)	1	200	0,9572	36
Klinker (KL)	1	350	0,9213	18
Trassz (Tr)	1	300	1,0628	22
Mészkő (Mk)	1	700	0,6477	15

2. ábra

Őrlhetőség és szemcseméret-eloszlás

nehezebben őrlhetőkből (klinker, kohósalak, trassz) nagyobb egyenletességi tényezőjű (n), azaz „szűkebb” szemcseméret-eloszlású őrlemények keletkeznek. A cementkiegészítő adalékanyagként felhasznált elektrofilteren leválasztott pernyék általában már eredeti állapotban is jellegzetes „szűk” szemcseméret-eloszlással ($n \geq 1$) rendelkeznek (melyet további őrlés során is megtartanak), ami a leválasztási és nem a törési, ill. őrlési folyamat következménye (2. táblázat).

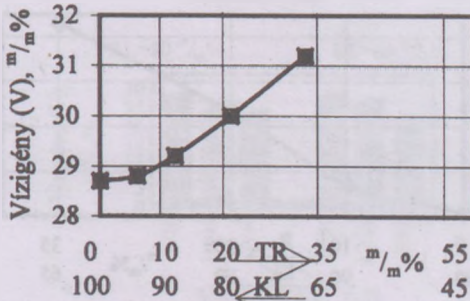
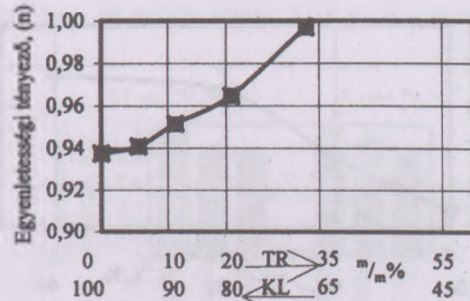
2. táblázat

Erőművi pernye szemcseméret-eloszlása

Őrlési idő (perc)	Fajlagos felület (a_s) m^2/kg	RRSB-egyenlet állandói	
		finomsági mérőszám x (μm)	egyenletességi tényező n
eredeti állapotban	~300	72	1,1257
10	~350	61	1,0870
15	~400	48	1,0566
22	~450	39	1,0799
78	~660	19	1,0835

A bemutatott eredményekből olyan következtetés vonható le, hogy a különböző cementkiegészítő adalékanyagok cementhez való adagolása annak szemcseméret-eloszlását különbözőképpen befolyásolni, azaz „szélesíteni” vagy „szűkíteni” fogja.

A különböző trassz, kohósalak, pernye, valamint mészkőtartalmú cement-őrlemények szemcseméret-eloszlásának, ill. egyenletességi tényezőjének (n) alakulá-



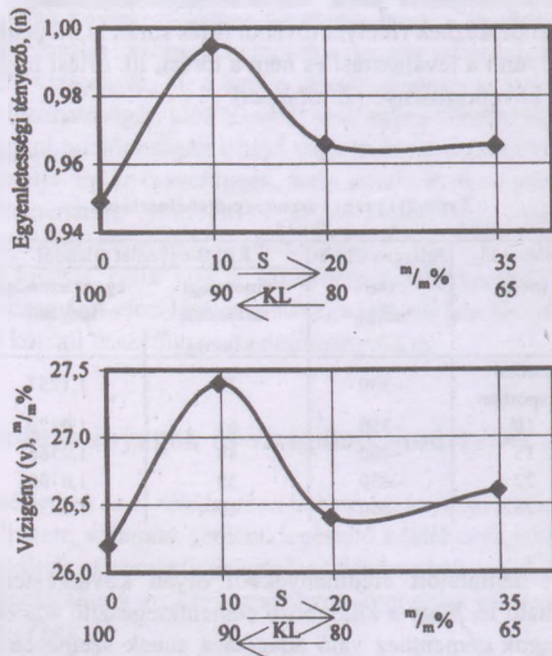
3. ábra

A cement egyenletességi tényezőjének (n) és vízigényének (v) változása a trassz tartalom függvényében.

Fajlagos felület: $a_s \sim 400 \text{ m}^2/\text{kg}$

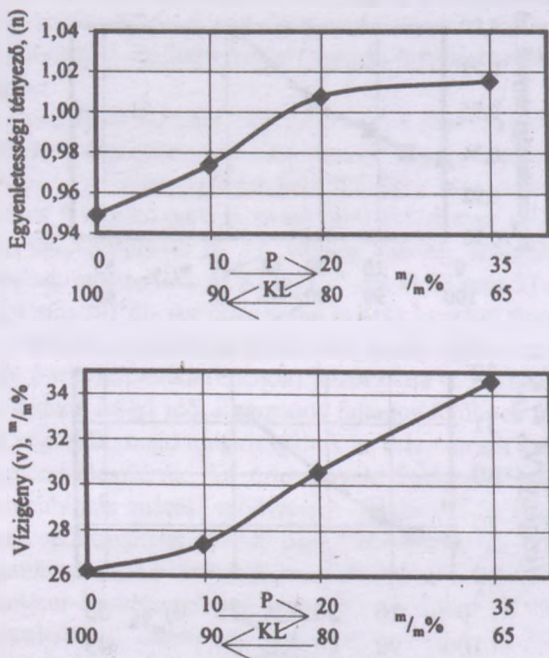
sát a 3–6. ábrákon mutatjuk be. Ugyanott látható a szóban forgó cementek vízigénye is.

A 3., 4. és 5. ábrából látható, hogy a trassz, a kohósalak és a pernye adagolásával az őrlemények egyenletességi tényezője (n) növekszik, és ezzel egyidejűleg nő



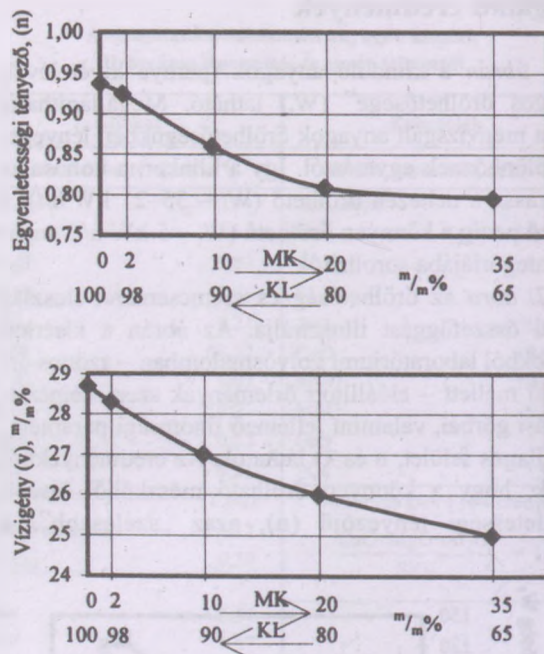
4. ábra

A cement egyenletességi tényezőjének (n) és vízigényének (v) változása a kohósalak-tartalom függvényében.
Fajlagos felület: $a_s \sim 400 \text{ m}^2/\text{kg}$



5. ábra

A cement egyenletességi tényezőjének (n) és vízigényének (v) változása a pernyetartalom függvényében.
Fajlagos felület: $a_s \sim 400 \text{ m}^2/\text{kg}$

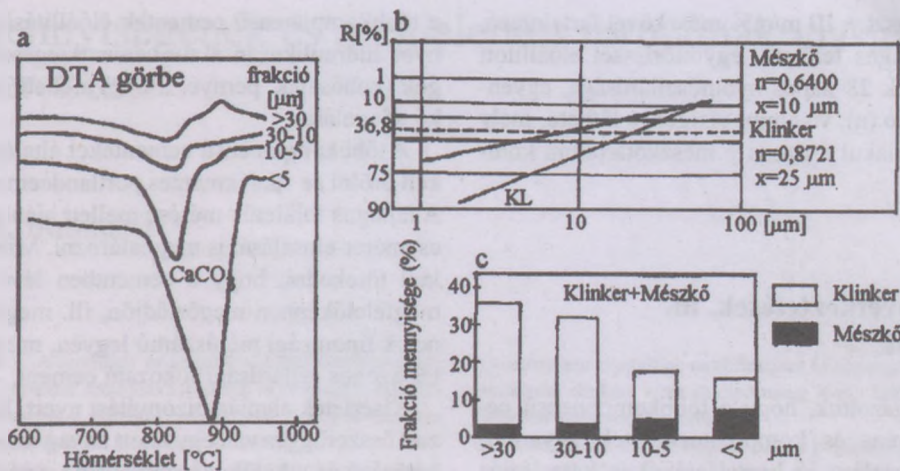


6. ábra

A cement egyenletességi tényezőjének (n) és vízigényének (v) változása a mészkő-tartalom függvényében.
Fajlagos felület: $a_s \sim 400 \text{ m}^2/\text{kg}$

a cement vízigénye is; éspedig a pernye esetében nagyobb mértékben, mint a trassz és a kohósalak, a trassz esetében pedig nagyobb mértékben, mint a kohósalak adagolásakor. A felsorolt adalékanyagok mennyiségének növekedésével a fent említett hatások erősebben jelentkeznek.

A 6. ábrán látható, hogy a mészkő adagolása – a többi megvizsgált adalékanyagtól eltérően – a cement szemcseméret-eloszlását „szélesíti” (egyenletességi tényező, n csökken), és ezzel egyidejűleg annak vízigényét is csökkenti. Ez a hatás 2–10 m/m% mészkő adagolásánál már megfigyelhető. Érdekes volt a mészkőnek a cement szemcseméret-eloszlására gyakorolt hatását mélyrehatóbban megvizsgálni. Ebből a célból kb. 12% mészkő-tartalmú $\sim 300 \text{ m}^2/\text{kg}$ fajlagos felületű cementet különböző szemcsefrakciókra ($< 5 \mu\text{m}$, $5\text{--}10 \mu\text{m}$, $10\text{--}30 \mu\text{m}$, $> 30 \mu\text{m}$) Alpine Zik-Zak Sichterrel szétválasztottunk, majd derivatográfiai módszer segítségével meghatároztuk az egyes frakciók %-os mészkő-tartalmát. A kiinduló őrlemény szemcseméret-eloszlásának ismeretében kiszámítottuk a mészkő, ill. klinker szemcsefrakciók szerinti eloszlását, valamint a mészkőadalékos cementben lévő klinker, ill. mészkőhányad szemcseméret-eloszlását is (n , ill. x). Az eredményekből látható (7. ábra), hogy a klinker és a mészkő a cementben, ill. a keverékőrleményben (tehát együttőrlésnél) is megtartják az eredeti eloszlás jellegét: klinker „szűkebb”, mészkő „szélesebb”, de megváltozott n és x paraméterekkel. A mészkő nagyobb része a legfinomabb ($5 \mu\text{m}$ alatti), a klinkeré pedig viszonylag durvább frakciókban ($> 30 \mu\text{m}$) dúsul fel.



7. ábra

Mészke és klinker szemcseméret-eloszlása a mészkeadalékos cementben; a – DTA-görbe; b – szemcseméret-eloszlás (DIN 66145); c – szemcsefrakciók összetétele

Elektronmikroszkópi felvételeink szerint a mészke finom részecskéi a nagyobb klinkerszemcsék között lévő üregekben, hézagokban helyezkednek el, és ezáltal ún. „tökéletes” térkitöltést biztosítanak. A mészke részecskéi morfológiájuknál fogva erre kiválóan alkalmasak [5].

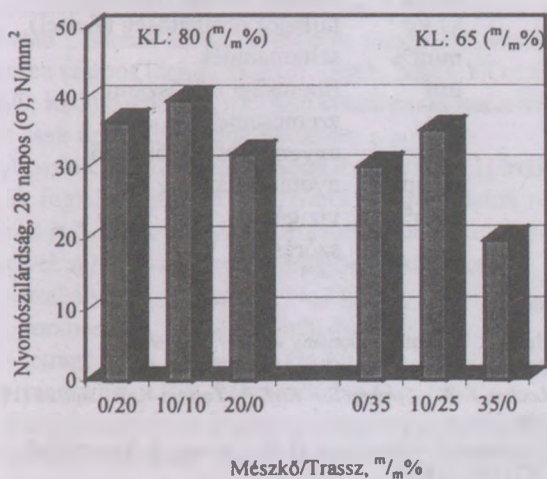
A mészke adagolásával tehát a cement szemcseméret-eloszlását és ezen keresztül vízigényét is kedvező irányba lehet befolyásolni. E pozitív hatás mellett – a gyakorlatilag inertnek tekinthető – mészke adagolása a cement szilárdságát általában csökkenti, ezért mészkeadalékos cementeket sokkal finomabbra kell őrlni, mint az adalékmentes cementeket. Az őrlési finomság növelésének azonban energetikai és technológiai határai is vannak, annál is inkább, mert a mészke igen hajlamos tapadásra és agglomerációra.

A hidraulikusan aktív adalékanyagok (kohósalak, pernye, trassz) adagolásakor ugyanakkor gyakorlatban is elérhető őrlési finomságuk mellett megfelelő szilárdságú –

legfeljebb valamivel lassabban szilárduló – cementek állíthatók elő. A hidraulikusan aktív adalékanyagok többsége azonban – ahogy láttuk – a cementek vízigényét növeli, ami a nagy adalékanyag-tartalmú cementeknél válik szembetűnővé.

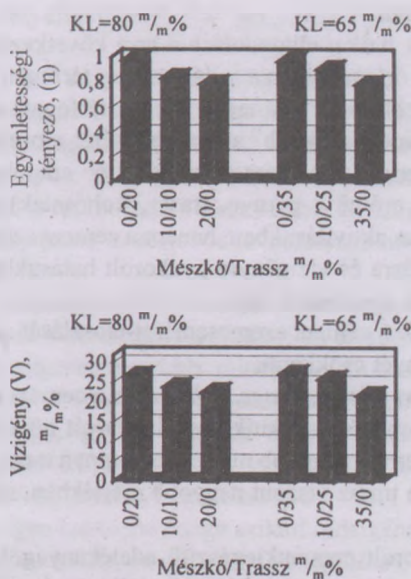
Kísérleteink szerint hidraulikusan aktív és inert (töltőanyag) cementkiegészítő anyagok (pl. trassz + mészke, vagy pernye + mészke, vagy kohósalak + mészke) együttes alkalmazásával klinkertakarékos, kedvező szemcseméret-eloszlású és vízigényű kompozitcementek állíthatók elő.

A 8–9. ábrán a 20, ill. 35 m/m% trasszt, ill. mészkevet, valamint 10 m/m% trasszt + 10 m/m% mészkevet,



8. ábra

„Klinker + trassz + mészke” összetételű kompozitcementek nyomószilárdsága (σ) 28 napos korban. (Fajlagos felület: $a_s \sim 400 \text{ m}^2/\text{kg}$)



9. ábra

„Klinker + trassz + mészke” összetételű kompozitcementek egyenletességi tényezője (n) és vízigénye (v). (Fajlagos felület: $a_s \sim 400 \text{ m}^2/\text{kg}$)

ill. 25 m/m% trasszt + 10 m/m% mészkövet tartalmazó, ~ 400 m²/kg fajlagos felületű, együttörléssel előállított kompozitcementek 28 napos nyomószilárdsága, egyenletességi tényezője (n), valamint vízigénye látható, mely igen kedvezően alakul a trassz + mészkő-tartalmú kompozitcementeknél.

Fontosabb következtetések, ill. megállapítások

Vizsgálatokkal igazoltuk, hogy a többkomponensű cementek (heterogén- és kompozitcementek egyaránt) szemcseméret-eloszlása jó korrelációval (r korrelációs együttható $\geq 0,99$) követi az RRSB-eloszlást, tehát az RRSB-egyenletek megfelelő hálón (DIN 66145) jó megközelítéssel egyenlő ábrázolható, és az egyenlet két állandójával (n egyenletességi tényező; \bar{x} finomsági mérőszám) jellemezhető.

Egyértelműen bizonyítást nyert, hogy a szemcseméret-eloszlás „szórása” nemcsak a cement szilárdságát, hanem annak vízigényét is nagymértékben befolyásolja. A legkisebb vízigényűek a „szélesebb” szemcseméret-eloszlású, azaz kisebb egyenletességi tényezőjű (n) cementek.

Tapasztalatból tudjuk, hogy cementpép készítésekor a portlandcement teljes hidratációjához elméletileg szükséges víznél általában többet adagolnak, hogy az bedolgozható legyen. A kérdést leegyszerűsítve megmondhatjuk, hogy e víztöbblet a klinkerszemcsék között lévő üregek, hézagok, valamint pórusok kitöltésére, továbbá a klinkerszemcsék felületi nedvesítésére használdik fel, hogy ezek egymás mellett elmozdíthatók legyenek.

Tisztán fizikai elgondolásból arra következtethetünk, hogy egy őrlményben a szilárd anyag térfogati hányada annál kisebb, ill. a kitöltendő üregek térfogata annál nagyobb, minél „szűkebb” a szemcseméret-eloszlás.

A megvizsgált cementkiegészítő adalékanyagok (mészkő, erőművi pernye, trassz, kohósalak) nemcsak hidraulikus aktivitásukban, hanem a cement szemcseméret-eloszlásra és vízigényre gyakorolt hatásukban is különböznek egymástól. Így

mészkő: a cement szemcseméret-eloszlását „szélesíti” és vízigényét csökkenti;

erőművi pernye, trassz, kohósalak: a cement szemcseméret-eloszlását „szűkítik” és vízigényét növelik, mégpedig a pernye nagyobb mértékben, mint a trassz és a kohósalak, a trassz viszont nagyobb mértékben, mint a kohósalak.

A felsorolt cementkiegészítő adalékanyagok a rájuk jellemző szemcseméret-eloszlás jellegét („szűk” vagy „széles”) klinkerrel együtt történő őrléskor is megtartják.

A mészkő a cement vízigényére gyakorolt pozitív hatása már 2–5 m/m% mészkő adagolásánál észlelhető, így

a többkomponensű cementek előállításánál a hagyományos hidraulikusan aktív cementkiegészítő adalékanyagok (kohósalak, pernye, trassz) mellett célszerű a mészkő adagolása.

A többkomponensű cementeket általában finomabbra kell őrlni az adalékmentes portlandcementekhez képest. A fajlagos felületük mérése mellett ajánlatos azok szemcseméret-eloszlását is meghatározni. Mindenképpen arra kell törekedni, hogy a cementben lévő klinkerhányad megfelelőképpen megőrlődjön, ill. megközelítőleg azonos \bar{x} finomsági mérőszámú legyen, mint az adalékmentes azonos szilárdsági fokozatú cement.

Kísérletek alapján bizonyítást nyert, hogy meghatározott összefüggés van egy adott anyag/anyagkeverék őrlhetősége és a belőle készült szemcseméret-eloszlása között, és pedig a könnyen őrlhető anyagok/anyagkeverékek „szélesebb”, azaz kisebb egyenletességi tényezőjű, a nehezen őrlhető pedig „szűkebb”, azaz nagyobb egyenletességi tényezőjű őrlményeket adnak. A többkomponensű cementek együttörléssel történő előállításánál, tehát az egyes komponensek őrlhetősége meghatározó szerepet játszik a cement szemcseméret-eloszlásának alakulásában.

A vizsgálati eredményekből további gyakorlati következtetés vonható le:

– a cementkiegészítő adalékanyag fajtáinak, mennyiségének és a cement őrlési finomságának/szemcseméret-eloszlásának változásaival a cement minőségét (vízigényét, bedolgozhatóságát, szilárdságát) befolyásolni lehet, más szóval klinkertakarékos, piacorientált cementeket lehet előállítani. Erre nagyobb lehetőség nyílik többfajta, különböző őrlhetőségű adalékanyag együttes alkalmazásakor, az adalékanyagok megfelelő párosítása mellett, azaz kompozitcementek előállításakor.

Jelölések

RRSB		Rosin-Rammler-Sperling-Bennett
a_s	m ² kg ⁻¹	fajlagos felület (Blaine)
W_t	kJ kg ⁻¹	fajlagos őrlhetőség (Zeisel)
R	m/m%	szitamaradék
\bar{x}	μm	finomsági mérőszám
x	μm	szemcseméret
n		egyenletességi tényező
σ	N mm ⁻²	nyomószilárdság
v	m/m%	vízigény
σ_1		szórás

Irodalom

- [1] Beke, B.: Műszaki Tudomány 44 (1971) 83–96.
- [2] Beke, B.: Zement-Kalk-Gips 13 (1960) 419–424.
- [3] Locher, F. W. – Sprung, S. – Kirf, P.: Zement-Kalk-Gips 26 (1973) 349–355.
- [4] Kuhlmann, K. – Ellerbrock, H. G. – Sprung, S.: Zement-Kalk-Gips 38 (1985) 528–534.
- [5] Opoczky, L.: Zement-Kalk-Gips 45 (1992) 648–651.

A munkát az OTKA (T 014872) támogatta.

A C_3A mennyiségének és megjelenési formáinak vizsgálata üzemi klinkerekben

Sas László
Cemkut Kft., Budapest

Az üzemi klinkerek C_3A -tartalmát és kristálmódosulatait vizsgáltuk röntgendiffrakciós, szelektív szétoldás és optikai mikroszkópi módszerekkel. Összehasonlítottuk a szelektív szétoldás és a Bogue-módszer szerinti ásványi összetételekben mutatkozó különbségeket.

Megállapítottuk, hogy a klinkerben a C_3A különböző módosulatok (szabályos, rombos, monoklin) elegykristályként van jelen. A szelektív szétoldással eltávolítható C_3A értékei kisebbek, mint a Bogue-módszerrel számítottaké. A kioldható, reakcióképes C_3A mennyiségei arányosan változnak az aluminát-modulus értékeivel.

Az üzemi klinkerekben a C_3A különböző módosulatokként fordul elő, így a belőlük előállított cementek tulajdonságai is különbözőek lesznek.

Bevezetés

A klinkerek, ill. a cementek Bogue-szerint számított C_3A mennyiségének, ill. az aluminát-modulus értékeinek azonosága ellenére is sok esetben eltérő tulajdonságokat (pl. szulfátállóság) mutatnak.

Kutatásunk célja a különböző üzemekből származó klinkerekben lévő C_3A mennyiségének és kristályrendszerének meghatározása, ill. összehasonlítása a hagyományos módon meghatározott jellemzőkkel (aluminát-modulus; Bogue-szerint számított C_3A).

Irodalmi áttekintés [1–10]

A trikálcium-aluminát (C_3A) az ipari klinkerekben nem „tisztán”, hanem szilárd oldatként fordul elő. Kristályrácsába számos idegen oxid (pl. Fe_2O_3 , MgO , TiO_2 , SiO_2 , Na_2O , K_2O) beépülhet, azonban kristálmódosulat-változást csak az alkáli-oxidok okoznak.

A tiszta C_3A szerkezetét Mondal és Jeffery [1] írták le, és ők foglalták össze a C_3A-Na_2O szilárd oldatok rendszereit is. Négy kristálmódosulatot különböztettek meg, amelyek a Na_2O -tartalomtól függően a következők:

- szabályos 2,0 m/m% Na_2O ;
- rombos 3,8–4,6 m/m% Na_2O ;
- tetragonális 4,5 m/m% Na_2O ;
- monoklin 4,6–5,7 m/m% Na_2O .

Későbbi kutatások alapján a tetragonális forma létezését megkérdőjelezték, majd elvetették, mivel bebizonyították, hogy az a rombos módosulat torzult változata.

A következőkben próbáljuk – irodalmi adatok alapján – nyomon követni a Na_2O helyettesítését a C_3A rácsban,

Quantity and crystalline modifications of tricalcium aluminate (C_3A) of industrial clinkers were studied using X-ray diffraction, selective dissolution and optical microscopy.

Main result: C_3A of clinkers can be present in various modifications (cubic, orthorhombic, monoclinic) as a solid solution. Quantities of C_3A which can be eliminated by selective dissolution are always lower than those calculated according to Bogue. The quantity of „reactive” C_3A (which can be separated by selective dissolution) can be correlated with the aluminate modulus of the clinker.

Due to the differences of C_3A phases in industrial clinkers, properties of cements made of them will differ too.

valamint azt, hogyan befolyásolják a beépülő elemek a rács méretét.

A C_3A-Na_2O szilárd oldatban a Ca^{2+} iont (ionsugár: $r = 99$ pm) helyettesítheti a Na^+ ion ($r = 95$ pm). Azonban, hogy az elektron-neutralitás biztosítva legyen, egy másik Na^+ ionnak is be kell lépnie a rácsba. Ez a belépés csak egy rácsközi-helyre történhet. Mivel a rácsközi-hely mérete ($r = 147$ pm) nagyobb a Na^+ ion méretétől, ez a belépés könnyen végbemegy, és ezzel csökkenti a rács méretét. A Na_2O oldhatóságának határa 5,7 m/m%, amikor is 6 db Ca^{2+} iont 6 db Na^+ ion helyettesít, 6 db Na^+ ion pedig köztes helyzetben van.

Varma és Wall [2] kis Na_2O -tartalmú ($Na_2O = 0,07$ m/m%) és nagy K_2O - és MgO -tartalmú ($K_2O = 1,2$ m/m%, $MgO = 2,5$ m/m%) klinkerben azonosított monoklin C_3A -t. Megfigyelésünk szerint a monoklin forma csúcsai a romboshoz képest kisebb 2θ szögeknél jelentkeznek, amely az elemi cella méretének növekedését mutatja.

Ezt a jelenséget a következők szerint magyarázzák: a K_2O normál esetben nem lép be a C_3A rácsába, mivel a K^+ ion lényegesen nagyobb, mint a Ca^{2+} (ionsugár: $K^+ = 133$ pm; $Ca^{2+} = 99$ pm). A K_2O -nak a kémiai affinitása az SO_3 -hoz nagy, így ha elegendő SO_3 áll rendelkezésre, K_2SO_4 , vagy $2CaSO_4 \cdot K_2SO_4$ vegyületeket képez. Ha azonban az SO_3 mennyisége kicsi ($SO_3 = 0,11$ m/m%), a K_2O -nak igen kis mennyisége szilárd oldatként beépül a C_3A rácsába. A SiO_2 és/vagy MgO beépülése elősegíti a K^+ rácsba épülését.

Moore [3] szerint a C_3A elemi cellája kisebb a klinkerben, mint tiszta formában. A Si , Na , Mg csökkenti az elemi cella méretét, míg a K , Fe , Ti növeli.

Az alkália helyettesítésén kívül más helyettesítés is lejátszódhat, pl. Fe^{3+} helyettesíti az Al^{3+} -t, míg Mg^{2+} a Ca^{2+} -ot.

Az ipari klinkerekben a C_3A szabályos vagy rombos formában van jelen. A monoklin forma ritka. Gyakori azonban, hogy egymás mellett két módosulat található, pl. szabályos-rombos, vagy szabályos-monoklin.

A módosulatok egymásba történő átalakulása közül legfontosabb a szabályosból a rombosba való átmenet. Ez az átalakulás 2,4 és 3,8 m/m% Na_2O -tartalom között fokozatosan megy végbe.

Regourd [4] megállapította, hogy a C_3A alkáli tartalmának növekedésével, tehát a rombos, monoklin kristályformák esetén, a C_3A hidraulikus tulajdonságai, reakcióképessége csökken.

A mikroszkópi felvételeken jól megfigyelhető a C_3A kristályainak eltérő alakja. Champbell [5] szerint a kis alkáli-oxid tartalmú C_3A a „köztes-fázisban” finom szemcsézettűen, egyenletes eloszlásban jelenik meg. Az alkáliák beépülésével a kristályméret fokozatosan nő. A nagy alkáli tartalmú C_3A -okra a nagyméretű túszerű, hosszú kristályok a jellemzők.

Az alkáliák beépülését a klinker hűtése is jelentős mértékben befolyásolja. Ha a klinker, hűtéskor a C_3A kristályosodásának hőmérsékletét lassan lépi át, módnyílik az alkáliák beépülésére.

Kísérleti rész

Kísérleti anyagok és módszerek

A kísérleteket négy hazai cementgyár üzemi klinkereivel (jelölésük: K I – K IV.) végeztük el. A vizsgálatokhoz kémiai, röntgendiffrakciós, optikai mikroszkópi és szelektív szétoldásos módszereket alkalmaztunk.

- A klinkerek kémiai összetételét az MSZ EN 196-2, 21 szerint határoztuk meg. A kémiai összetételekből Bogue-féle módszerrel számítottuk ki az ásványi összetételeket,
- A klinkerekből szelektív szétoldásos [11-12] módszerrel eltávolítottuk a kalcium-szilikátokat, valamint a C_3A -ot. A kalcium-szilikátok kioldására szalicilsavas (1 g klinker + 7 g szalicilsav + 40 ml metanol; 1 órás kevertetés), míg a C_3A kioldására cukoroldatos (szalicilsavas maradék mosása és kevertetése 200 ml 50 °C-os, 3%-os cukoroldattal) reagenseket alkalmaztunk. A kioldások során meghatároztuk az eltávolított anyagmennyiségeket is.
- A klinkerekről, a szalicilsavas, valamint a cukoroldatos maradékokról $2\theta = 10\text{--}50^\circ$ szögterományban

röntgendiffrakciós felvételeket készítettünk. A szalicilsavas-maradékok esetén a $2\theta = 32\text{--}34^\circ$, ill. $58\text{--}59,5^\circ$ szögterományokban a röntgendiffraktométer által rögzített és korrigált impulzus értékeket $0,02^\circ$ -onként feljegyeztük, majd külön ábráztuk, a C_3A csúcs alakjának pontos meghatározása céljából.

- A klinkereket gyantába ágyazás, csiszolás és polírozás, 10%-os vizes KOH-oldatban való kezelés (20 sec) után ráeső fényben polarizációs mikroszkóppal tanulmányoztuk, különös tekintettel a C_3A kristályméretének és kristálytípusának meghatározására.

Kísérleti eredmények

- A K I – K IV. jelű klinkerek kémiai, valamint Bogue-szerinti számított ásványi összetétele az 1. táblázatban látható. Megállapítható, hogy a klinkerek kémiai-ásványi összetételük és szabad CaO-tartalmuk alapján megfelelő minőségűek. Az I. sz. minta valamivel több szabad CaO-t tartalmaz. A minták mésztelítés és szilikátmodulus értékei eltérőek, alumínátmodulusaik értékei azonban az I. minta kivételével közel esnek egymáshoz. A kis mennyiségű „köztes-fázis” miatt nem a legnagyobb alumínátmodulusú K IV. minta számított C_3A -tartalma a legnagyobb.

I. táblázat

Klinkerek kémiai összetétele, modulusai és Bogue-szerinti számított ásványi összetétele

Jellemzők	Minta jelölése			
	K I.	K II.	K III.	K IV.
Kémiai összetétel m/m %				
Izz. veszt.	1,78	0,58	0,99	0,79
SiO_2	22,44	21,67	20,72	22,01
Al_2O_3	4,47	5,61	5,75	5,26
Fe_2O_3	3,48	3,47	3,46	3,02
TiO_2	0,19	0,30	0,27	0,21
CaO	64,40	65,35	65,47	66,74
MgO	1,54	1,01	1,21	0,61
K_2O	1,00	0,68	0,66	0,59
Na_2O	0,24	0,38	0,12	0,23
SO_3	0,10	0,36	0,66	0,10
Oldhatatlan maradék	0,03	0,13	0,11	0,07
Cl^-	0,004	0,008	0,012	0,008
CaO_{sz}	1,28	0,35	0,69	1,19
$\text{Na}_2\text{O}_{ekv.}$	0,90	0,83	0,56	0,62
Modulusok				
AM	1,28	1,62	1,66	1,74
SM	2,82	2,39	2,25	2,66
TT	0,87	0,89	0,92	0,90
KST	91,80	94,30	98,10	96,00
Ásványi összetétel m/m %				
C_3S	51,1	56,2	60,7	59,6
C_2S	25,6	19,5	13,3	17,9
C_3A	6,0	9,0	9,4	8,8
C_4AF	10,6	10,6	10,5	9,2

b) A szalicilsavas és a cukoroldatos szétoldások mennyiségi eredményei a 2. táblázatban láthatók. A 3. táblázatban a szelektív szétoldás szerinti, valamint a Bogue-módszerrel számított ásványi összetételeket hasonlíthatjuk össze.

2. táblázat

Klinkerek szalicilsavas és cukoroldatos szétoldásának mennyiségi eredményei

Szétoldási maradék	Minta jelölése			
	K I.	K II.	K III.	K IV.
Szalicilsavas szétoldási maradék, m/m %	15,9	20,5	20,0	16,9
Cukor-oldatos szétoldási maradék, m/m %	12,6	15,5	14,6	11,1

a legnagyobb számított C_3A -tartalmú klinkerből oldódott ki a legtöbb C_3A .

Korábbi kutatások során [6, 7] bizonyítást nyert, hogy a klinker hűtésének sebessége jelentősen befolyásolja a C_3A kristályosodottságának mértékét.

Gyors klinkerhűtés esetén a C_3A „mikrokristályos” formában a „köztes-fázis” „üveges” részében jelenik meg. Ez a „mikrokristályos”, rendszerint szabályos rendszerben kristályosodó forma kisebb reakcióképességű, mert az igen kis méretű C_3A -kristályok inaktív „üveges” fázisba vannak zárva.

A hidratációs és a kioldási folyamatokban tulajdonképpen csak azok a kristályok vesznek részt, amelyek az őrlés során feltárodtak. Így a gyorsabb hűtésű klinkerekben növekedhet a kioldással el nem távolítható C_3A mennyisége.

3. táblázat

A szelektív szétoldással, valamint a Bogue-módszerrel számított ásványi összetételek összehasonlítása

Kristályfázisok	Minta jelölése							
	K I.		K II.		K III.		K IV.	
	Szelektív szétold.	Bogue-módszer	Szelektív szétold.	Bogue-módszer	Szelektív szétold.	Bogue-módszer	Szelektív szétold.	Bogue-módszer
$C_3S + C_2S + CaO_{12}$	84,1	78,0	79,5	76,1	80,0	74,7	83,1	78,7
C_3A	3,3	6,0	5,0	9,0	5,4	9,4	5,4	8,8
$C_3A + C_4AF$	15,9	16,6	20,5	19,5	20,0	19,9	16,9	18,0
C_4AF	–	10,6	–	10,6	–	10,5	–	9,2
$C_4AF + MgO + K_2SO_4 + \ddot{u}v.f.$	12,6	–	15,5	–	14,6	–	15,5	–

Az eredményekből megállapítható, hogy a szétoldási vizsgálatok szerint meghatározott alit + belit + szabad CaO mennyisége nagyobb (3,45–6,12 m/m%-kal), mint a Bogue-módszerrel számítotté. Ugyanakkor a kioldással meghatározott C_3A mennyisége a számított értékeknél kisebb (2,7–4,0 m/m%-kal). Ez azzal magyarázható, hogy a Bogue-módszer szerinti számításnál nagyon lassú egyensúlyi kristályosodást feltételezve, a kémiai összetétel alapján határozzuk meg a klinkerásványok (C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF) mennyiségét. Ezek során nem vesszük figyelembe az egyes klinkerásványokba szilárd oldatként, szubsztitúciósan vagy addíciósan beépült idegen elemeket, ill. egyéb oxidokat. A kioldással meghatározott C_3A kisebb mennyisége is hasonlóképpen magyarázható. Az összes Al_2O_3 mennyiségének egy része az aluminát-ferritek képzésében vesz részt, egy kisebb része beépül a kalcium-szilikátokba, egy másik része pedig a „köztes-fázisban” megjelenő, ún. „üveges-fázis” képzésére fordítódik. A kémiai összetételtől és a gyártási körülményektől függően az Al_2O_3 változó mennyiségben szerepelhet az említett fázisokban, tehát a C_3A képzésére rendelkezésre álló Al_2O_3 mennyisége is változó.

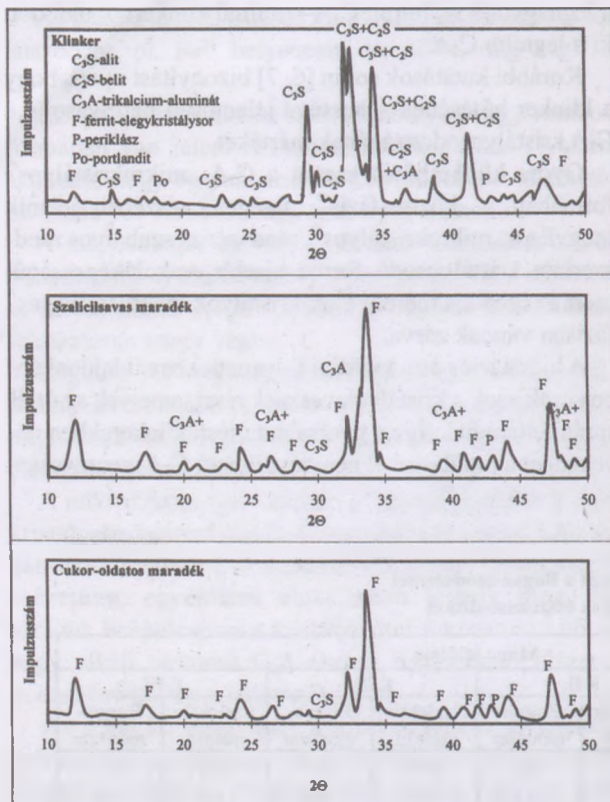
A kioldott C_3A mennyisége az aluminátmodulus növekedésével nő (55,0–55,6–57,4–61,4%), azonban nem

Mint már korábban említettük, a lassú klinkerhűtés is növelheti a ki nem oldható C_3A mennyiségét. Ekkor a beépülő alkáliák kristálymódosulat-változást (monoklin kristályforma) okozva csökkentik a C_3A reakcióképességét.

c) A szelektív szétoldás folyamatai jól nyomon követhetők az 1–4. ábrákon látható röntgendiffraktogram segítségével. Az ábrákon az első röntgendiffraktogramon az eredeti klinkerek reflexiói láthatók, ahol a kalcium-szilikátok (C_3S , C_2S) csúcsai szerepelnek döntő mértékben, legnagyobb intenzitással.

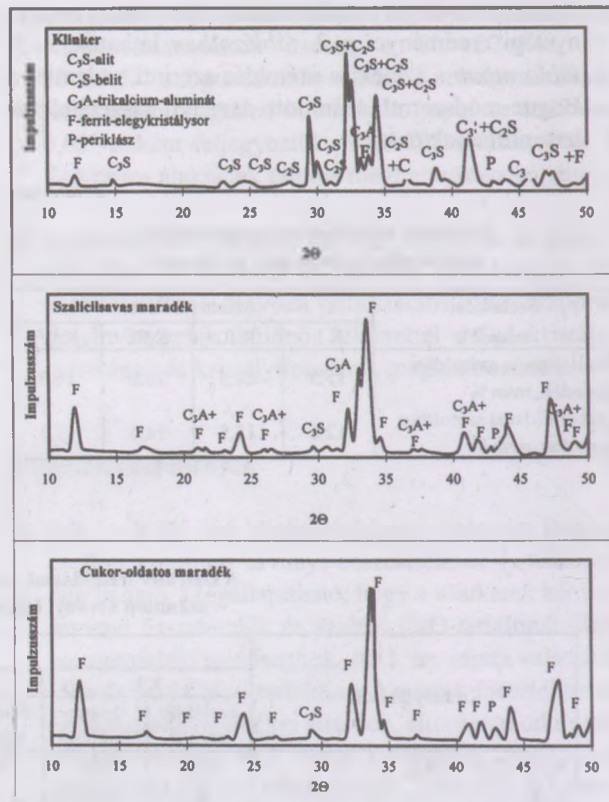
A második röntgendiffraktogram a szalicilsavas szétoldási maradékról készült felvételeket mutatja. Gyakorlatilag teljes egészében eltűntek az alit, belit és a szabad CaO reflexiói, míg a C_3A , ferrit-fázis és a MgO csúcsai jelentősen megnövekedett intenzitással jelennek meg.

A harmadik röntgendiffraktogramon a cukros szétoldási maradékról készült felvételek láthatók. Ezekről – a K IV. minta kivételével – teljes egészében eltűntek a C_3A reflexiói, bizonyítva a kioldódást. Esetünkben a K IV. mintánál a gyors klinkerhűtés hatására bekövetkező változásokról nincs szó, mivel a klinker aluminát-ferrit-fázisa (C_4AF) igen jól kristályosodott, tehát a klinkerhűtés mérsékelt, vagy lassú ütemű volt.



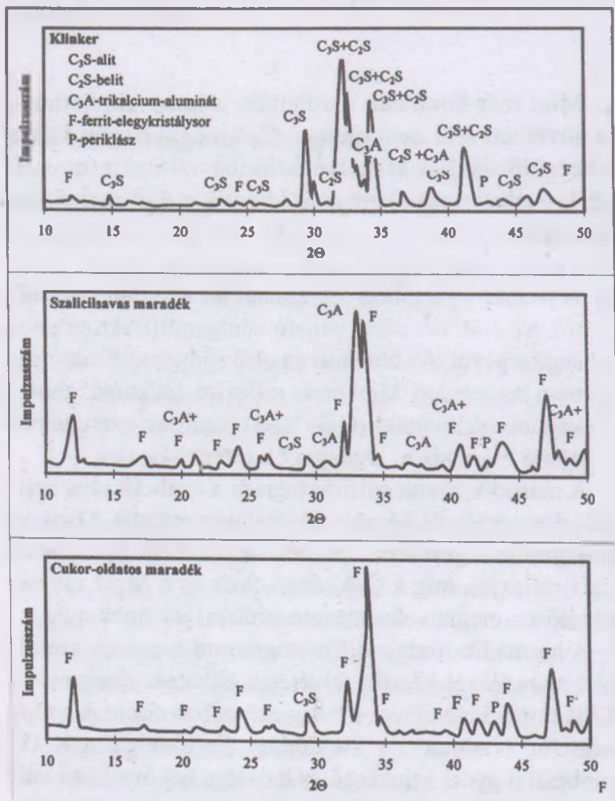
1. ábra

K I. klinker, valamint szalicilsavas és cukoroldatos maradékának röntgendiffraktogramjai



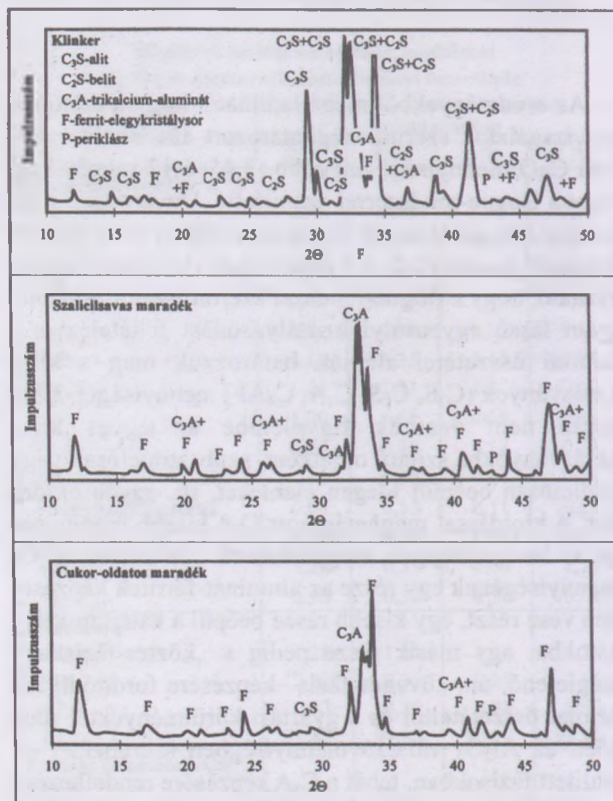
3. ábra

K III. klinker, valamint szalicilsavas és cukoroldatos maradékának röntgendiffraktogramjai



2. ábra

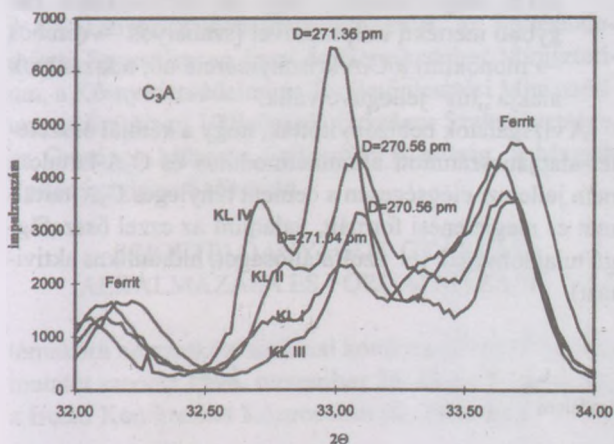
K II. klinker, valamint szalicilsavas és cukoroldatos maradékának röntgendiffraktogramjai



4. ábra.

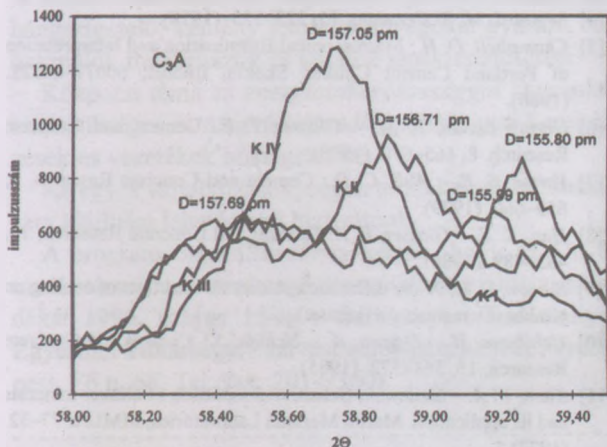
K IV. klinker, valamint szalicilsavas és cukoroldatos maradékának röntgendiffraktogramjai

A C_3A $2\theta = 32-34^\circ$ és $58-59,5^\circ$ szögtartományban jelentkező reflexióinak $2\theta = 0,02^\circ$ fokenként történt impulzusszám meghatározás alapján készített ábrázolása az 5-6. ábrákon látható. Varma és Wall [2] alapján a reflexiók alakjából és eltolódásaiból következtünk a C_3A kristálmódosulatainak milyenségére. Az üzemi klinkereinkben a C_3A több kristálmódosulat elegykristályaiként fordul elő. A reflexiók helyzete



5. ábra

A C_3A reflexióinak helyzete $2\theta = 32-34^\circ$ szögtartományban



6. ábra

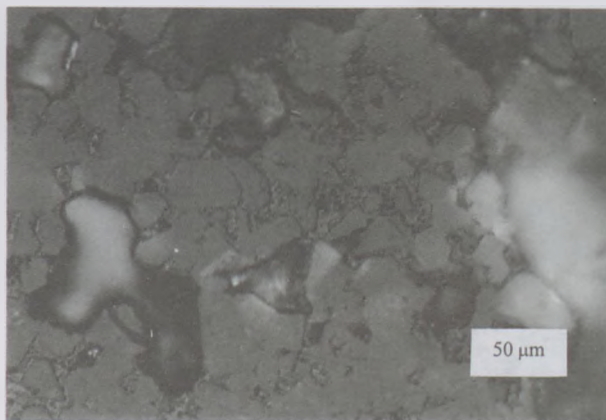
A C_3A reflexióinak helyzete $2\theta = 58-59,5^\circ$ szögtartományban

és alakja alapján a következő elegykristályokat azonosítottuk:

- K I. – rombos-szabályos,
- K II. – rombos-monoklin,
- K III. – rombos-szabályos,
- K IV. – monoklin-rombos.

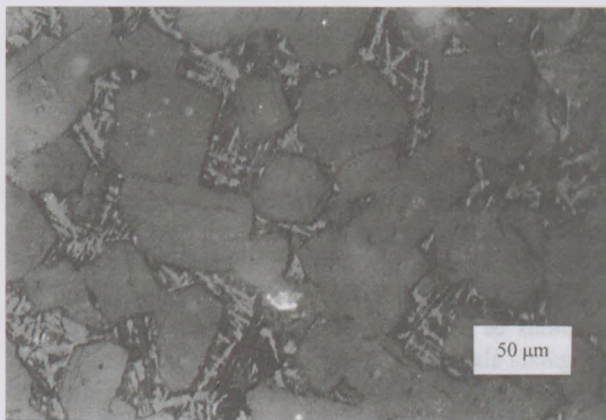
A K IV. klinkerben megfigyelhetők a monoklin forma korábban leírt egyéb tulajdonságai is, azaz a monoklin módosulatra jellemző elemi cella növekedése, ami a csúcsok kisebb 2θ értékek felé történő eltolódásában mutatkozik meg.

d) A 7-10. ábrák a klinkerekre jellemző szövetszerkezeti felvételeket mutatják, amelyeken a C_3A kristá-



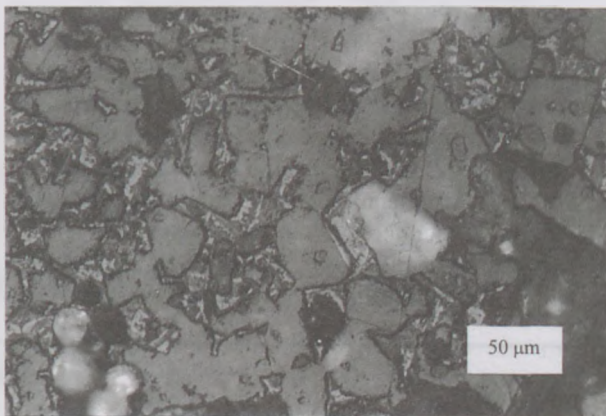
7. ábra

K I. szövetszerkezete ($N = 400x$)



8. ábra

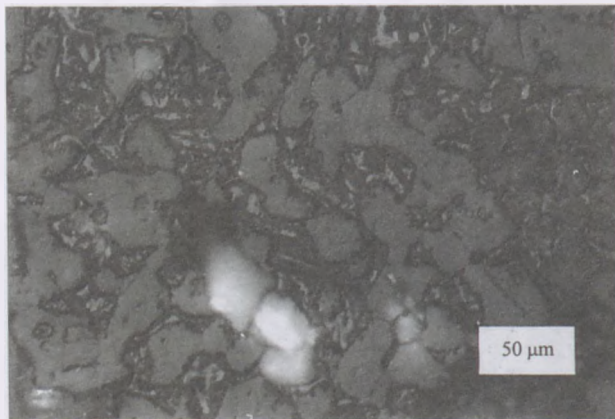
K II. szövetszerkezete ($N = 400x$)



9. ábra

K III. szövetszerkezete ($N = 400x$)

lyosodottsága figyelhető meg. A négy klinker C_3A kristályainak alakja jellemzően eltér egymástól. A K I. mintában (7. ábra) apró kristályosan, a „köztes-fázisban” finom eloszlásban (szabályos jelleg) fordul elő. A K III. (9. ábra) mintában a kristályok mérete nagyobb ($10-20 \mu m$), a kristályok zömökebbek (rombos jelleg). A K II. (8. ábra) mintában már kezd kialakulni a túszerű kristályjelleg, a kris-



10. ábra
K IV. szövetszerkezete ($N = 400x$)

tályok mérete is nő (20–40 μm). A K IV. (10. ábra) minta már túszerű kristályokként (30–50 μm) tartalmazza a C_3A -ot (monoklin jelleg).

Fontosabb következtetések

A különböző cementgyárakból származó klinkerek C_3A -tartalmának és állapotának röntgendiffrakciós, szelektív szétoldás és optikai mikroszkópi módszerekkel történt vizsgálata alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

- a klinkerek szalicilsav/metanol oldatos (szabad CaO és kalciumszilikátok eltávolítása utáni) maradákaiból cukoroldatos kioldással meghatározott C_3A mennyiségei lényegesen kisebbek, mint a kémiai összetételből a Bogue-módszerrel számított értékek;
- a klinkerekből kioldott C_3A mennyisége az alumínátmódulus értékének növekedésével nőtt, de nem a legnagyobb számított C_3A -tartalmú klinkerből oldódott ki a legnagyobb arányban a C_3A ;
- a C_3A teljes mennyiségének kioldódása a röntgendiffraktogramokon jól megfigyelhető;
- az azonos körülmények között elvégzett kioldás a K IV. mintából csak részlegesen távolított el a C_3A -

ot, ami reakcióképességbeli különbséggel magyarázható;

- a C_3A a klinkerben különböző kristálmódosulatok elegykristályaiként fordul elő: rombos-szabályos, rombos-monoklin és monoklin-rombos elegykristályokat (elől a jellemzőbb kristálmódosulat szerepel) sikerült azonosítani;
- a szövetszerkezeti vizsgálatok a fenti megállapításokat megerősítették, hogy az alkáli-oxidok nagyobb mértékű beépülésével (szabályos \rightarrow rombos \rightarrow monoklin) a C_3A kristálmérete nő, a kristályok alakja „tűs” jellegűvé válik.

A vizsgálatok bebizonyították, hogy a kémiai összetétel alapján számított alumínátmódulus és C_3A -tartalom nem jellemzi elégségesen a cement tényleges C_3A -tartalmát és megjelenési formáit, valamint az ezzel összefüggő tulajdonságait (pl. szulfátállóságot, hidraulikus aktivitást).

Irodalom

- [1] Mondal, P. – Jeffery, J. W.: Acta Cryst., B 31, 689. (1975).
- [2] Varma, S. P. – Wall, C. D.: Cement and Concrete Research, 11, 576–574. (1981).
- [3] Moore, A. E.: Mag. Concre. Res., 18, 59. (1966).
- [4] Regourd, M.: Il Cemento, 75, 323–335. (1978).
- [5] Champbell, D. H.: Microscopical Examination and Interpretation of Portland Cement Clinker. Skokie, Illinois, 60077–64321. (1986).
- [6] Herath Banda, R. M. – Glasser, F. P.: Cement and Concrete Research, 8, 665–670. (1978).
- [7] Varma, S. P. – Wall, C. D.: Cement and Concrete Research, 9, 659–660. (1979).
- [8] Han, K. S. – Glasser, F. P.: Cement and Concrete Research, 10, 483–489. (1980).
- [9] Barlow, D. F.: X-ray diffraction studies on the effect of cooling on clinker microstructure (kézirat).
- [10] Uchikawa, H. – Ogawa, K. – Uchida, S.: Cement and Concrete Research, 15, 561–572. (1985).
- [11] Klem, W. A. – Skalny, J.: Selective dissolution of clinker minerals and its application. Martin Marietta Laboratories, MML. tr 77–32. (1977) 5.
- [12] Gutteridge, W. A.: Cement and Concrete Research, 9, 319–324. (1979).

Megjelent a

PANELÉPÜLET–FELÚJÍTÁSI ABC

A kiadvány az e technológiával kivitelezett lakóépületek esedékes felújításával kapcsolatos döntések meghozatalához nyújt bőséges és a gyakorlatban jól hasznosítható ismeretanyagot, műszaki, technológiai, szervezési, jogi és pénzügyi vonatkozásban az önkormányzatok, a vállalkozók, a lakószövetkezetek és a társasházak közösségei számára. Ára: 498,- Ft.

Kapható személyesen a következő címenen:

GYORSJELENTÉS KIDÓ KFT. 1132 Budapest, Visegrádi u. 57. Tel./fax: 120-2303

Tálatum Kft. Budapest XIII., Váci út 39. Tel.: 149-8346

Személyesen és postai utánvétellel:

Tálatum Kft. Budapest XI., Bartók B. út 106–110. Tel.: 209-3021, 209-3022, fax: 203-8422, továbbá a vidéki könyvesboltokban.

EGYESÜLETI ÉS SZAKHÍREK

Konferencia hírek

A Szilikátipari Tudományos Egyesület, az Építéstudományi Egyesület, az Ipari és Kereskedelmi Minisztérium, a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium, az Építőipari Vállalkozók Országos Szakszövetsége, az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság, a Magyar Építőanyagipari Szövetség.

SZIGETELŐANYAGOK GYÁRTÁSA ALKALMAZÁSA ÉS FORGALMAZÁSA

témakörű nemzetközi szakmai konferenciát és termékbe-
mutatót szervez **1996. november 26–28-án** Budapesten,
a Budai Konferencia Központban (II. Fő u. 68.)

A konferencia helye: II. em. 219. sz. terem.

A termékbemutató helye: VII. em. 700. sz. terem.

A konferencia alapvető célja: hőszigetelő, vízszigetelő,
hangszigetelő, kemény tetőfedő anyagokat gyártók, fel-
használók forgalmazók és kutatók tapasztalatcseréje.

Központi téma az *energiatakarékossággal* kapcsolat-
ban szükséges és megvalósítandó épület-, ipari berende-
zések és vezetékek hőszigetelése.

Az egyes vállalkozások, cégek termékeinek bemutatá-
sára kiállítási lehetőséget biztosítunk.

A program összeállításához kérjük, hogy az Ön és
munkatársai, valamint cége részvételi és kiállítási szán-
dékát **1996. május 15-ig** a Szilikátipari Tudományos
Egyesület Titkárságára szíveskedjék jelezni (1027 Buda-
pest, Fő u. 68. Tel./fax: 201-9360).

Tervezett költségek: részvételi díj: 4000.- Ft; kiállítási
lehetőség (3 napra 1 m²): 5000.- Ft + ÁFA; előadási le-
hetőség (max. 15 perc): 6000.- Ft.

A „Szigetelőanyagok gyártása, alkalmazása és for-
galmazása” konferencián elhangzott előadások anya-
gát, valamint a kiállításon részt vevő cégek tevékeny-
ségének, termékeinek bemutatását az „Építőanyag” c.
folyóirat 1993/3. címszámában kívánjuk megjelentetni.

Ennek érdekében kérjük a max. 6 gépelt oldal terje-
delmű szócikkek, termékismertetőik mielőbbi beküldé-
sét. A nyomdai költségek finanszírozása érdekében sze-
retnénk, ha a szócikkhez kapcsolódóan hirdetési anya-
got is rendelkezésünkre bocsátanának. A cikk megjelené-
se díjtalan, a hirdetések költsége 10–120 E Ft + ÁFA.

Színes hirdetések ára:

B/I 120 E Ft

B/II 90 E Ft

B/III 80 E Ft

B/IV 100 E Ft

Belső hirdetés 60 E Ft

Fekete-fehér hirdetések ára:

A/4 20 E Ft

szalaghirdetés 10 E Ft

Az „Építőanyag” folyóirat 1996/3. számának megje-
lenési határideje 1996. szeptember 15. A kézirat leadási
határideje: 1996. június 15.

Kérjük, a Szigetelőanyag címszámában való részvételi
szándékát a mellékelt nyomtatványon mielőbb jelezze.

JELENTKEZÉSI LAP

Részt kívánok venni az „Építőanyag” c. folyóirat 1996/3. címszámában.

Név:

Munkahely:

A cikk címe és terjedelme:

A/4 méretű színes hirdetés:

A/4 méretű fekete-fehér hirdetés:

Egyéb hirdetés:

A jelentkezési lapot a következő címre kérjük visszaküldeni:

ÉPÍTŐANYAG Szerkesztősége (SZTE) 1027 Budapest, II., Fő u. 68.

További információ: *Dr. Wojnárovits Lászlóné* felelős szerkesztő, telefon: 188-8752

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS FIATAL SZTE-TAGOKHOZ

Egyesületünk pályázatot hirdet a következő témák kidolgozására:

- a) a szakma nyugdíjas tagjaival készített interjú írásba foglalása, a legérdekesebb és legtanulságosabb műszaki emlékeik összefoglalása az ifjú szemével;
- b) a saját műszaki és/vagy marketingtevékenységük során alkalmazott korszerű technikák tömör bemutatása, az alkalmazás hasznát is megjelenítve.

A pályázat terjedelme legfeljebb 10 A/4-es oldal.

A pályázat *beadási határideje: 1996. október 30.*

A pályázat jelíges. A pályázó nevét, címét, születési évét és SZTE-tagságának igazolását a jelíges borítékban mellékelje.

Pályázhatnak az 1960-ban és ezt követően született SZTE-tagok.

A pályázatokat a szakosztály vezetőségéből alakított zsűri fogja értékelni. A pályadíjakat 1996 decemberében fogjuk átadni.

A pályadíjak:	I. díj	20 000 Ft
	II. díj	10 000 Ft
	III. díj	5 000 Ft

A legjobb pályamunkákat a szakosztály vezetősége megjelentetni az egyesületi folyóiratban.
(Nyugdíjas tagjainak névsora az SZTE Titkárságon megtekinthető.)

Tisztelt Tagtársak!

A közeljövőben új tagsági igazolványokat póstázunk Önöknek, amely egyben biztosítási kártya is.

Az Európa Biztosító és a MTESZ biztosítási szerződést kötött 1994. szept. 26-án. Ennek értelmében biztosítottak egyesületünk azon 18–70 év közötti rendes tagjai, akiknek a tagsági viszonya legalább 2 hónapos. A biztosítási díjat a MTESZ fizeti.

A biztosítási feltételek alapján a biztosító

- baleseti eredetű halál esetén 40 000.- Ft-ot;
- balesetből eredendő maradandó teljes, 100%-os egészségkárosodás esetén 100 000.- Ft-ot;
- 50–90%-os egészségkárosodás esetén 100 000.- Ft-nak az egészségkárosodás mértékével megegyező hányadát fizeti ki szolgáltatásként.

A biztosító kockázatviselése a világon bárhol, bármikor bekövetkező baleseti biztosítási eseményekre vonatkozik.

Felhívás a Tégla- és Cserépipari Szakosztály tagjaihoz!

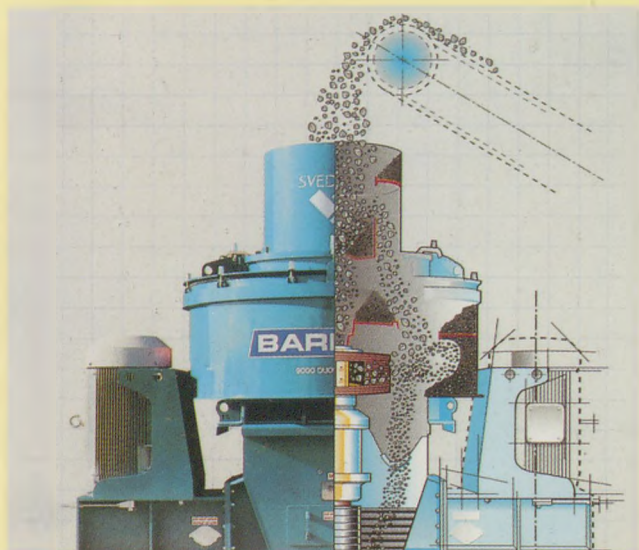
Szakosztályunk novembertől kezdődően egyesületünk központjának 626. sz. szobájában minden kedden 14–16 óra között *Belláné dr. Csáky Ida* közreműködésével könyvtár-szolgálatot tart, ahol tagjaink elsősorban az aktuális szakirodalmat ismerhetik meg. Ehhez a Ziegelindustrie International szerkesztősége segítséget nyújt folyóirata rendszeres térítésmentes megküldésével, illetve a Pietra Rt. a régebbi téglaiipari témájú folyóiratok ingyenes átadásával.

A szám megjelenését szponzorálta az

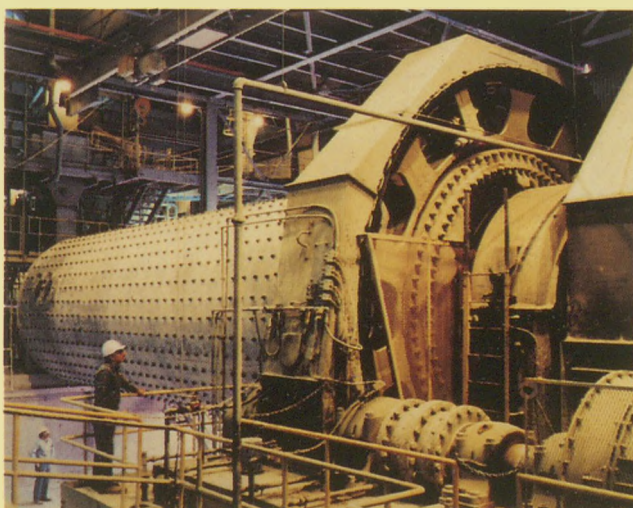
IPAR MŰSZAKI FEJLESZTÉSÉÉRT ALAPÍTVÁNY

DUO-FLO VFO/VFOM

Nagy teljesítményű előválasztók 20–30% agyagtartalomig. Hazai referenciák.

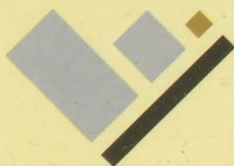


BARMAC függőleges tengelyű röpítőtörők klinker és mészkő előtörésére.



OREBED mágneses malombélések, golyós-malmokhoz. Hosszú élettartammal, illeszthetőek a meglévő malmokhoz is.

SVEDALA



Svedala Kft.

1146 Budapest, Hungária krt. 162. Levélcím: 1390 Budapest, Pf. 330.
Telefon: (36-1) 343-2269 • Tel./fax: (36-1) 343-3820 • Fax: (36-1) 267-1464



Dunai Cement- és Mészmű Kft.



Dunai Cement- és Mészmű Kft.

2601 Vác, Pf.: 198.

Telefon: (36-27) 317-607, fax: (36-27) 314-493, rendelési telefon: (36-27) 311-801

