

SZILIKÁTTUDOMÁNY

A különörlés előnyei kompozitcementek előállításánál*

Opoczky Ludmilla – Gável Viktória
CEMKUT Kft.

A cementtermelésben világszerte és hazánkban is manapság jelentős részt képeznek a cementkiegészítő anyago(ka)t – granulált kohósalak, erőműi pernye, trassz, mészkő stb. – tartalmazó, ún. kompozitcementek.

A kompozitcementek gyártásának és felhasználásának elterjedése az alábbiakkal hozható összefüggésbe:

- a *kompozitcementekben* a klinkerhányad kisebb, mint az adalékmentes portlandcementekben, ami gazdasági és környezetvédelmi szempontból is egyaránt előnyös, ezért nevezik ezeket a cementeket „*klinkertakarékos*”, ill. „*környezetbarát*” cementeknek. Ugyanis a kompozitcementek előállításához kevesebb klinker szükséges, ami egyrészt égetési energia megtakarításához, másrészt pedig a CO₂ emissziójának csökkenéséhez vezet; csökken a természetes cementipari nyersanyagok szükséglete; növekszik a hasznosításra kerülő hulladék anyagok mennyisége, ill. csökkennek azok deponálási gondjai stb.;
- a *kompozitcementek* számos *előnyös alkalmazástechnikai tulajdonsággal* (kisebb vízigény, jobb vízmegtartó képesség, kisebb hőfejlesztés, kisebb zsugorodási hajlam stb.) rendelkeznek. Más szóval, a kompozitcementeknek nagyobb a „*teljesítőképessége*” a betonban, mint a hagyományos portlandcementeké.

A kompozitcementek előállítása elvileg kétféle eljárással történhet:

- a klinker és a cementkiegészítő anyag(ok) *együttörlésével*;
- a *külön megőrölt cementkiegészítő anyag(ok)* és a cement utólagos keverésével a cementgyárban vagy pedig más üzemben – ún. *különörlési eljárás*.

Mind a két eljárásnak előnyei és hátrányai is vannak. A megfelelő örlési eljárás kiválasztását számos tényező befolyásolja, melyek között a *cementminőségi* és az *energetikai* szempontok játsszák a meghatározó szerepet.

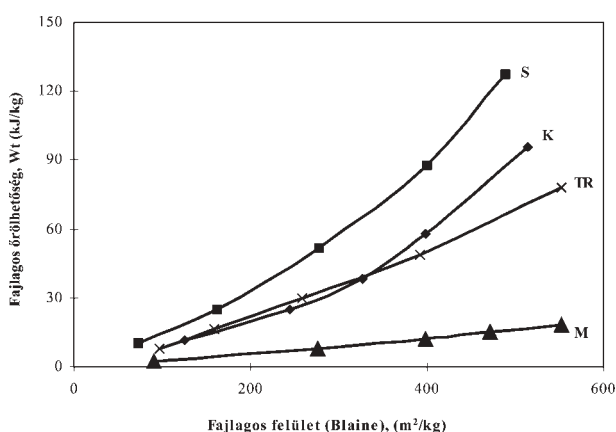
A dolgozatban a *különörlési eljárás* cementminőségi előnyeit kívánjuk bemutatni a kompozitcementek előállításánál, a hazai kutatási eredményekre alapozva [1-8].

A kompozitcementek minőségével összefüggő örléstechnikai kérdések

A kompozitcementek előállítási technológiájának elemzésénél, ill. kiválasztásánál (együtt- vagy különörlés) figyelembe kell venni az egyes komponensek *örléstechnikai tulajdonságait* (örlhetőség, fajlagos felület, szemcseméret-eloszlás stb.).

A hazai kutatások során az egyes anyagok örlhetőségét a Zeisel-féle módszerrel meghatározott W_i – „fajlagos örlhetőség”-gel, valamint a Bond-féle módszerrel meghatározott W_i – „munkaindex”-szel jellemeztük. Az örlmények szemcseösszetételét CILAS 715 típ. lézerganulométerrel határoztuk meg. A szemcseméret-eloszlás leírására a Rosin-Rammler-Sperling-Bennett (RRSB) egyenletet, ill. annak két paraméterét, a finomsági mérőszámot (\bar{X}) és az egyenletességi tényezőt (n) használtuk.

Az n *egyenletességi tényező* a szemcseméret-eloszlás *szórásának*, „szélességének” mérőszáma, minél kisebb az n , annál „szélesebb”, szórtabb a szemcseméret-eloszlás; az \bar{X} *finomsági mérőszám* az örlemény *finomságának* mérőszáma, minél kisebb az \bar{X} , annál finomabb az örlemény.



1. ábra. A kompozitcement komponenseinek örlhetősége
K: klinker; S: granulált kohósalak; Tr: trassz; M: mészkő

* 2002. október 1-3. között Tatán rendezett Cementipari Konferencián elhangzott előadás nyomán.

1. táblázat

A klinker és a cementkiegészítő anyagok finomsági jellemzői

a) Őrlési idő, $t = 60$ min

| Anyag | Fajlagos felület (Blaine) m^2/kg | RRSB-egyenlet paraméterei | |
|---------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------|
| | | n egyenletességi tényező | \bar{X} (μm) finomsági mérőszám |
| Klinker | ~350 | 0,9213 | ~18 |
| Granulált kohósalak | ~200 | 0,9527 | ~36 |
| Trassz | ~300 | 1,0620 | ~21 |
| Erőműi pernye | ~660 | 1,0835 | ~18 |
| Mészke | ~700 | 0,6477 | ~15 |

b) Finomsági mérőszám, $\bar{X} = \sim 18 \mu m$

| Anyag | RRSB-egyenlet paraméterei | | Őrlési idő min | Fajlagos felület (Blaine) m^2/kg |
|---------------------|------------------------------------------|----------------------------|----------------|------------------------------------|
| | \bar{X} (μm) finomsági mérőszám | n egyenletességi tényező | | |
| Klinker | ~18 | 0,9213 | 60 | ~350 |
| Granulált kohósalak | ~18 | 0,9754 | 150 | ~350 |
| Trassz | ~18 | 1,0320 | 105 | ~450 |
| Erőműi pernye | ~18 | 1,0835 | 60 | ~660 |
| Mészke | ~18 | 0,6014 | 40 | ~600 |

Az őrlmények diszperzitásfokát a permeabilitás mérésen alapuló módszerrel meghatározott *fajlagos felülettel* (Blaine-szám) jellemeztük.

A kompozitcementek előállításához felhasznált anyagok – klinker, granulált kohósalak, erőműi pernye, trassz,

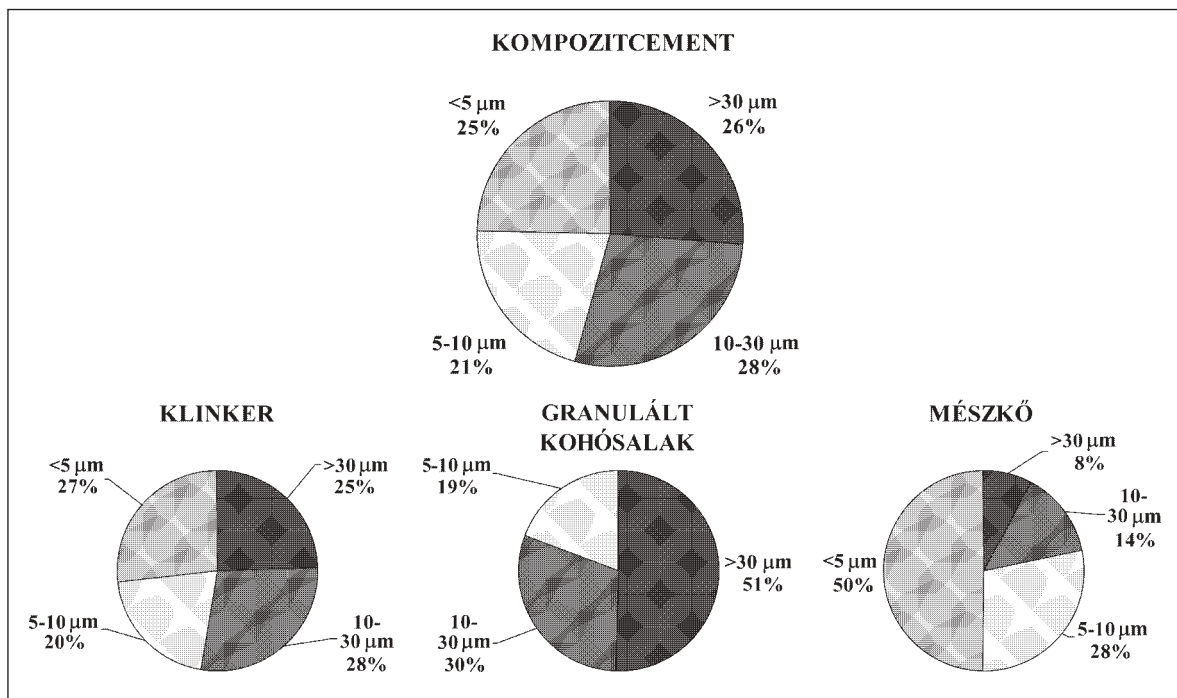
mészke – *különböző őrlhetőséggel* rendelkeznek. A legnehezebben a kohósalak, legkönnyebben a mészke őrlhető, a klinkerek és a trassz pedig e kettő között foglalnak helyet (1. ábra).

A különböző őrlhetőségű anyagok különböző szemcseméret-eloszlású („szűk”, „széles”), ill. frakció-összetételű őrleményeket adnak (1. táblázat).

Az 1. táblázatban látható, hogy a granulált kohósalak, az erőműi pernye és a trassz azonos ideig történő őrlésekor „szűkebb” ($n \cong 1,0-0,96$), a mészke őrlésekor „szélesebb” ($n \cong 0,65$) szemcseméret-eloszlású őrlemények keletkeznek a klinkerőrleményhez képest. Ez a tendencia az azonos finomsági mérőszámú ($\bar{X} \cong 18 \mu m$) őrleményekre is érvényes. Figyelemre méltó, hogy azonos finomsági mérőszámú ($\bar{X} \cong 18 \mu m$) különböző anyagokból előállított őrlemények különböző fajlagos felülettel (Blaine-szám) rendelkeznek.

Ebből olyan következtetés vonható le, hogy a permeabilitás mérésen alapuló módszerrel meghatározott fajlagos felület értéke (Blaine-szám) nem ad megfelelő információt az őrlemény valódi szemcseösszetételéről. Így például a $\sim 18 \mu m$ finomsági mérőszámmal jellemezhető őrlemény előállításához a klinkert $\sim 350 m^2/kg$, a trasszt $\sim 450 m^2/kg$, az erőműi pernyét pedig $\sim 660 m^2/kg$ fajlagos felületre kell megőrlni. A kompozitcementek őrlési finomságának beállításánál ezt mindenképpen figyelembe kell venni.

A 2. ábra a klinker-, kohósalak- és mészkehányad frakciók szerinti eloszlását mutatja a 72,5 m/m% klinker + 17,5 m/m% granulált kohósalak + 10 m/m% mészke összetételű, 400 m^2/kg fajlagos felületű, üzemileg együtt-őrleléssel előállított kompozitcementben.



2. ábra. Együttőrleléssel üzemileg előállított többkomponensű kompozitcement frakció-összetétele

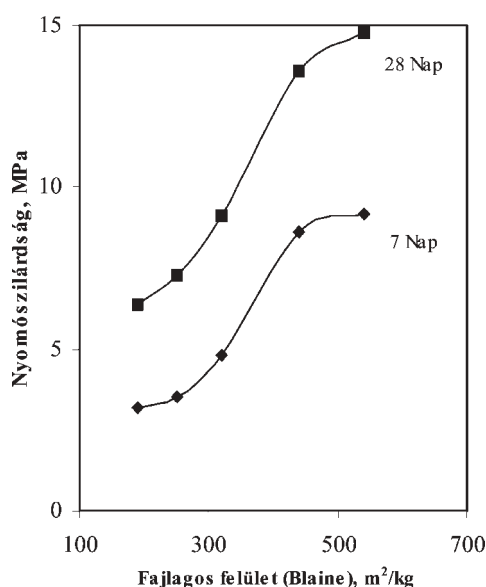
Megállapítható, hogy őrlhetőségének megfelelően a kohósalak a legdurvább, a klinker a közepes, a mészkő pedig a legfinomabb frakciókban dúsult fel.

Az együttőrléssel előállított többkomponensű kompozitcement szemcseméret-eloszlása és az egyes komponensek frakciók szerinti eloszlása is tehát – a malom és a szélesztályozó beállítása mellett – elsősorban a komponensek őrlhetőségétől függ.

Az őrlési finomság hatása a kompozitcementek minőségére

A vizsgálataink egyértelműen bizonyítják, hogy a kompozitcement minőségének (szilárdság, alkalmazástechnikai tulajdonságok) alakulásában igen fontos szerepet játszik a cementkiegészítő anyagok őrlési finomsága és szemcseméret-eloszlása.

A 3. ábra a kohósalak hidraulikus aktivitásának változását mutatja az őrlési finomság, ill. fajlagos felület függvényében. Látható, hogy a kohósalak hidraulikus aktivitása finomőrléssel jelentősen növelhető.



3. ábra. Kohósalak hidraulikus aktivitása

A kohósalak hidraulikus aktivitásának növelésében a részecskeméret csökkenése mellett fontos szerepet játszanak a „salak-üveg” mikroszerkezetében végbemenő változások, valamint az, hogy egyes „kvázikristályos” állapotban lévő komponensek, pl. *gehlenit* finomőrlés, ill. mechanikai aktiválás hatására termodinamikailag instabilis, azaz hidraulikusan aktív, „röntgenamorf” állapotba mennek át.

A kohósalak őrlési finomságának növelésével még nagy kohósalak-tartalom mellett is nagy szilárdságú – és ami különösen fontos, nagy kezdeti szilárdságú – kohósalakcementek állíthatók elő (2. táblázat). Ahhoz

azonban, hogy a kohósalak hidraulikus aktivitását kellőképpen kifejlesszük, a kohósalakot legalább 400 m²/kg fajlagos felületre kell megőrlni. Nem szorul különösebb bizonyításra, hogy ez a követelmény üzemi körülmények között csakis a kohósalak különőrlésével valósítható meg.

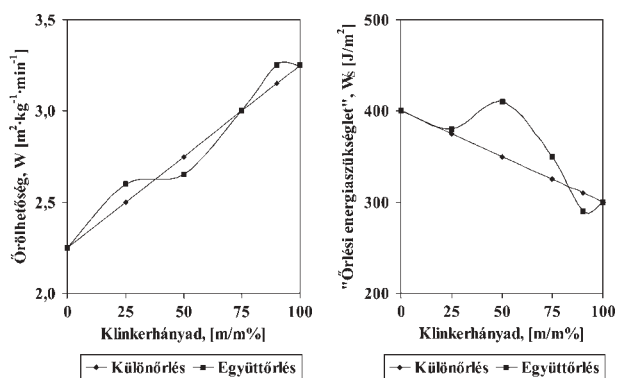
2. táblázat

A kohósalak őrlési finomságának hatása a kohósalakcement szilárdságára (kohósalak : cement = 40 : 60 m/m%)

| Fajlagos felület (m ² /kg) | | | Nyomószilárdság (MPa) | | |
|---------------------------------------|------------|-----------------|-----------------------|-------|--------|
| Cement* | Kohósalak* | Kohósalakcement | 2 nap | 7 nap | 28 nap |
| 337 | 330 | 334 | 17,0 | 27,6 | 44,8 |
| 337 | 500 | 412 | 22,6 | 34,3 | 57,4 |

* különőrlés

A klinkernél általában nehezebben őrlhető kohósalak-tartalmú kompozitcementek őrlési, ill. előállítási technológiájának kiválasztásánál nem lehet figyelmen kívül hagyni az őrlés energiaszükségletét. A klinker + kohósalak keverékek őrlhetőségét az őrlési időegység alatt képződött felülettel (W), valamint fajlagos „őrlési energiaszükségletét” a felületegységre vonatkoztatott Bond-féle munkaindexszel (W_s) jellemeztük. A kohósalak mennyiségét 25-90 m/m% között változtattuk (4. ábra).



4. ábra. A klinker + kohósalak keverékek őrlhetősége (W) és fajlagos „őrlési energiaszükséglete” (W_s)

Megállapítható, hogy a felületegységre vonatkoztatott fajlagos energiaszükséglet (W_s) a kisebb (< 25 m/m%) és a nagyobb (> 75 m/m%) kohósalakhányad esetében együttőrlésnél, a középső szakaszon (25-75 m/m%) pedig különőrlésnél kedvezőbb.

A cementkiegészítő anyagként felhasznált *erőműi pernye* őrlési finomsága is fontos szerepet játszik a kompozitcementek szilárdulási ütemének, ill. szilárdságának alakulásában.

Ugyanis az erőműi pernye *puccolános aktivitása* nem nagy (5a ábra), és a cement hidratációja során keletkező $\text{Ca}(\text{OH})_2$ és a pernye „aktív komponensei” közötti *puccolános reakció* időben igen lassan játszódik le (5b-c ábra). Ezt azért is fontos kihangsúlyozni, mert éppen ezen

3. táblázat

A pernye őrlési finomságának hatása a cement szilárdságára

a) Az eredeti és az őrlött pernye finomsági jellemzői

| Anyag | Finomsági jellemzők | | |
|----------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| | Fajlagos felület (Blaine-szám) m^2/kg | RRSB-egyenlet paraméterei egyenletességi tényező, n | finomsági mérőszám, \bar{x} μm |
| Cement | ~ 320 | 1,0566 | 14 |
| Eredeti pernye | ~ 350 | 1,0237 | 95 |
| Őrlött pernye | ~ 450 | 1,0342 | 48 |

b) Az eredeti és az őrlött pernyetartalmú cement szilárdsága

| Cement | Összetétel, m/m% | | Nyomószilárdság, MPa | |
|--------|------------------|---------------|----------------------|----------|
| | Eredeti pernye | Őrlött pernye | 7 napos | 28 napos |
| 100 | - | - | 41,2 | 55,2 |
| 80 | 20 | - | 22,1 | 41,3 |
| 80 | - | 20 | 30,1 | 48,2 |

pucolános reakció során, ill. következtében alakul ki a pernyerészecske és a cementmátrix között az a kapcsolat, azaz határfelületi tapadás, mely alapvetően befolyásolja a pernyetartalmú kompozitcement szilárdulási ütemét, ill. szilárdságát.

A pernye őrlési finomságának különörléssel történő növelésével a pernyetartalmú kompozitcementek szilárdsága jelentősen növelhető (3. táblázat).

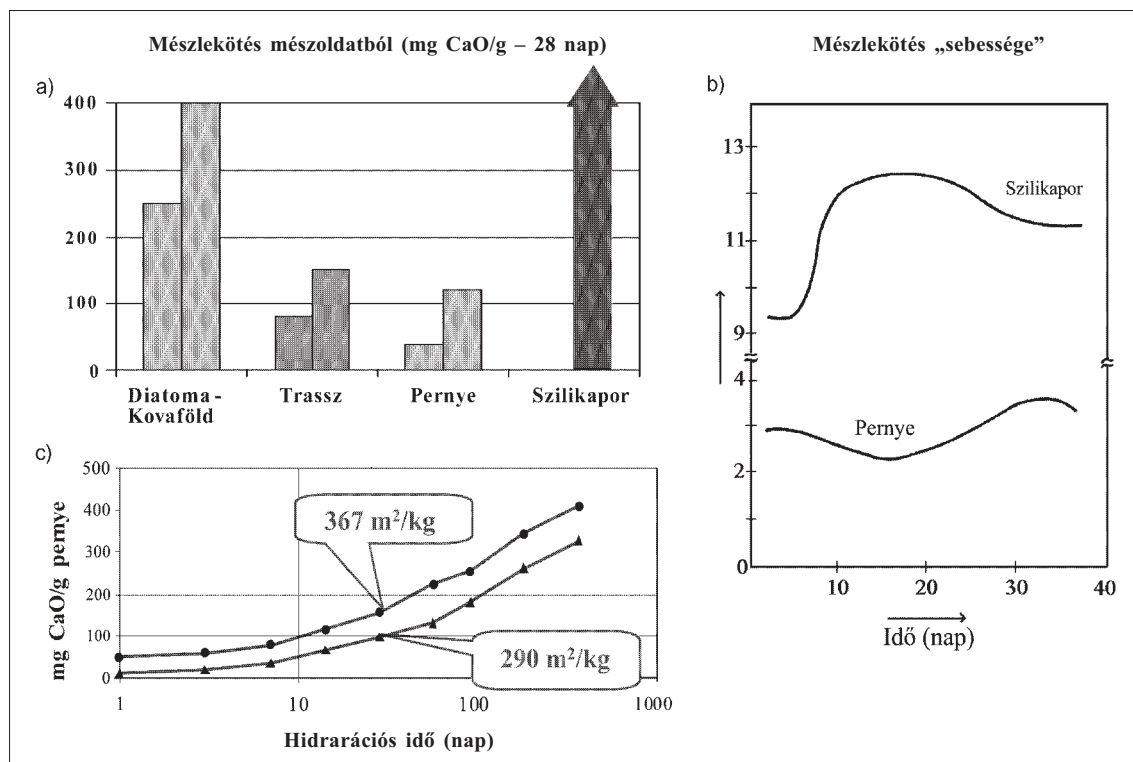
A pernye őrlési finomságának növelésével, ill. nagy

finomságú pernye adagolásával csökkenthető a cementek szulfátduzzadása, ill. fokozott szulfátállóságú cementek állíthatók elő. Ilyenkor a pucolános hatás mellett érvényesül az ún. „mikrofiller” hatás, mely abban nyilvánul meg, hogy a kisméretű pernyerészecskék a cementkő pórusait eltömve tömörebb szövetszerkezet kialakulását eredményezik, és ezáltal csökkentik az ionok penetrációját. A pernye őrlési finomságának növelésével csökkenthető továbbá a „durva” pernyének a cement vízmegtartó képességére gyakorolt kedvezőtlen hatása stb.

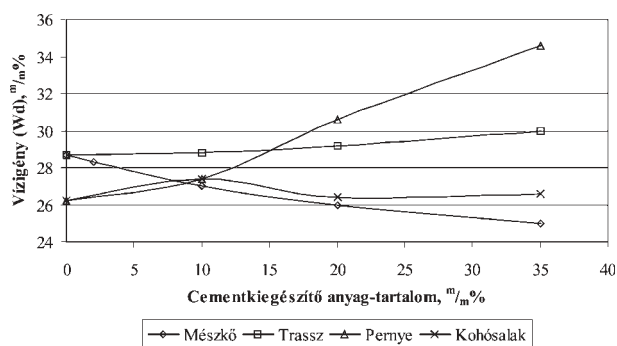
A pernye őrlési finomságának jelentős növelése azonban csakis különörléssel valósítható meg.

Kutatásunk során meghatározott összefüggést állapítottunk meg a kompozitcementek szemcseméret-eloszlása (egyenletességi tényező – n) és vízigénye között. A nagyobb egyenletességi tényezőjű (n), azaz „szűkebb” szemcseméret-eloszlású cementek általában nagyobb vízigényűek. Ugyanis egy őrleményben a szilárd térfogati hányad annál kisebb, ill. a vízzel kitöltendő pórusok, hézagok térfogata annál nagyobb, minél „szűkebb” a szemcseméret-eloszlás. A vízigény ugyanakkor nemcsak a szilárdságot, hanem az adott cement alkalmazástechnikai tulajdonságait is alapvetően befolyásolja.

A cementpép készítésekor hozzáadagolt víz elsősorban a klinkerásványok hidratációjához szükséges. Tapasztalatból azonban tudjuk, hogy a cementhabarcs és betonkeverékek készítésekor a portlandcement teljes hidratációjához szükséges elméleti víznél (mely ~ 22 m/m%) többet adagolnak, hogy azok bedolgozhatók, tömöríthetők, for-



5. ábra. Erőműi pernye pucolános aktivitása



6. ábra. A különböző cementkiegészítő anyagok hatása a cement vízigényére

mázhatók stb. legyenek. A kérdést leegyszerűsítve megmondhatjuk, hogy e víztöbblet nagyobb része a klinkerszemcsék között lévő hézagok, ill. pórusok kitöltésére, másik része pedig a klinkerszemcsék felületi nedvesítésére használódik fel, hogy ezek egymás mellett elmozdíthatók legyenek. A felesleges víz a cementkő pórusaiban maradván a cement fizikai és alkalmazástechnikai tulajdonságait rontja, csökkenti annak szilárdságát, a habarcs, ill. a beton levegőn történő szilárdulása során pedig hozzájárul zsugorodási deformációk fellépéséhez stb.

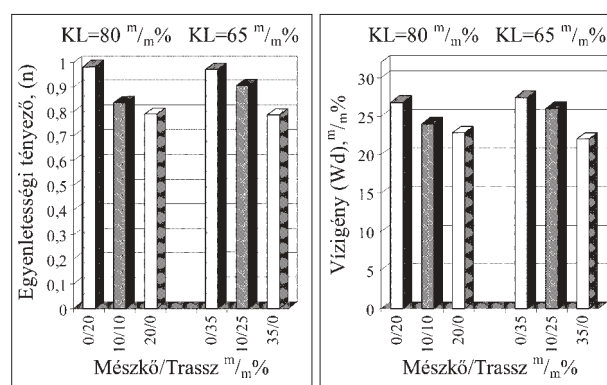
A fentiekből olyan következtetés vonható le, hogy a megközelítőleg azonos hidraulikus, ill. puccolános aktivitás mellett az a cementkiegészítő anyag tekinthető értékesebbnek, mely legkisebb mértékben növeli a kompozitcement vízigényét.

A különböző cementkiegészítő anyagok vizsgálata során megállapítottuk, hogy az erőművi pernye, a trassz és a granulált kohósalak általában növelik a cement vízigényét (mégpedig a pernye nagyobb mértékben, mint a trassz és a kohósalak, a trassz nagyobb mértékben, mint a kohósalak), a mészke viszont csökkenti.

Ez a felismerés kiindulópontként szolgálhat a többkomponensű kompozitcementek összetételének tervezéséhez és előállítási technológiájának kiválasztásához. A megfelelő összetételű, ill. szemcseméret-eloszlású többkomponensű kompozitcementek előállítása tekintetében a „különörítés” mindenképpen előnyösebb, mint az együttörítés. Így például a megfelelő mennyiségű, külön megőrölt mészke utólagos bekeverésével befolyásolni lehet a pernye- vagy trassztartalmú többkomponensű kompozitcement szemcseméret-eloszlását, csökkenteni vízigényét, és ezzel összefüggésben javítani a friss és a megszilárdult beton egyes tulajdonságait. A mészke kedvező hatása a 20, ill. 35 m/m% trassztartalmú kompozitcement szemcseméret-eloszlására (n – egyenletességi tényező) és vízigényére (Wd) a 7. ábrán látható.

Fontosabb következtetések

A cementkiegészítő anyag(ok)at tartalmazó ún. kompozitcementek a cementtermelésben jelentős részt képeznek. A



7. ábra. Trassztartalmú kompozitcement n – egyenletességi tényezője és vízigénye (Wd)

kompozitcementeket együtt- vagy különörítéssel lehet előállítani. Számos országban a kompozitcementek előállítása együttörítéssel történik. Ez az eljárás az egyszerűsége folytán rendelkezik bizonyos előnyökkel, mivel a malom itt egyidejűleg homogenizátorként is működik.

Az utóbbi időben azonban a különörítési technológia térhódítása figyelhető meg. A körfolyamatos rendszerben történő együttörítés, mely üzemi viszonyok között a malom és a szélesztályozó széles tartományban való beállítását teszi lehetővé, és elvileg lehetőséget biztosít a kedvező szemcseméret-eloszlás kialakulására, több szempontból sem tekinthető „optimális” technológiai megoldásnak a kompozit- és különösen a nagy mennyiségű cementkiegészítő anyag(ok)at tartalmazó többkomponensű kompozitcementek előállítása tekintetében, ahogyan ezt a hazai kutatások is egyértelműen igazolják.

Együttörítéskor ugyanis a különböző őrlhetőséggel rendelkező komponens(ek) finomsága nehezen optimalizálható, és a cementkiegészítő anyagok hidraulikus potenciáljának finomörítéssel történő növelése gyakorlatilag nem valósítható meg. E mellett a gyakorlatban az üzemi cementmalmok működésének irányítása általában a fajlagos felület mérése alapján történik, mely utóbbi a kompozitcementek vonatkozásában közismerten nem tekinthető mértékadó értéknek. Mivel a szemcseméret-eloszlás rendszeres mérésére számos cementüzemben nincs lehetőség, így a kompozitcementek – különböző őrlhetőségű anyagokból – együttörítéssel történő előállításakor a cement szemcseméret-eloszlásának és az ezzel összefüggésben lévő alkalmazástechnikai tulajdonságok befolyásolására a lehetőségek korlátozottak.

A kompozitcementek előállítása tekintetében a „különörítési + keverési” technológia a kedvezőbb, mert a keverésre kerülő komponensek őrlési finomsága, ill. szemcseméret-eloszlása jól definiálható, és így a kompozitcement őrlési finomsága, ill. szemcseméret-eloszlása is szélesebb határok között variálható. A külön előkészített, ill. a megfelelő finomságra megőrölt komponensek (cement, cementkiegészítő anyagok stb.) külön-külön tárolhatók, majd a célú kitűzött cementminőség eléréséhez előre meg-

adott receptura szerinti arányban összekeverhetők. Ezzel a technológiával a cementfelhasználó követelményeit jobban kielégítő őrlési finomságú, ill. szemcseméret-eloszlású és alkalmazástechnikai tulajdonságú, „piacorientált” kompozitcementek kis mennyiségben is gazdaságosan előállíthatók.

A „különőrlési + keverési” technológia alkalmazásának fő feltétele a megfelelő keverési hatékonyságot biztosító keverőberendezések, ill. -rendszerek alkalmazása. Világszerte gyártanak és a cementüzemekben már széles körben alkalmaznak korszerű keverőberendezéseket a kompozitcementek előállításához [9].

Irodalom

- [1] *Beke, B.*: Őrlemények szemcseméret-eloszlásának egyenletességi tényezője. *Műszaki Tudomány* 44 (1971) pp. 83-96.
- [2] *Mrákovicsné T. K.*: Őrölhetőségvizsgálati módszerek. *SZIKKTI Tudományos Közleménye* 76 (1983).
- [3] *Opoczky, L. – Verdes, S. – Mrákovicsné, T. K.*: Grinding technology for producing high-strength cement of high slag content. *Powder Technology* 48 (1986) pp. 91-98. *Építőanyag* 38 (1986) pp. 225-229.
- [4] *Opoczky, L.*: Mahltechnische und Qualitätsfragen bei der Herstellung von Kompositzementen. *Zement-Kalk-Gips* 46 (1993) pp. 136-140.
- [5] *Opoczky, L.*: Grinding technical questions of producing composite cement. *Intern. Journal of Mineral Processing* 44-45 (1996) pp. 395-404.
- [6] *Opoczky, L. – Hilger, M.*: Grinding technology and quality of composite cement. 10th ICCG Göteborg, vol.1. (1997) p. li 009.
- [7] *Opoczky, L. – Tamás, F.*: Multicomponent Composite Cements. *Advances in Cementtechnology: Chemistry, Manufacture and Testing*. Tech. Books New Delhi India (2002) pp. 559-594.
- [8] *Opoczky, L. – Gábel, V.*: The advantage of separate grinding of composite cements. *Mining.Metallurgy@3.Millennium M³ International Congress on European Perspectives in Mining and Metallurgy*, Vienna 29 May to 1 June 2002 (elhangzott előadás).
- [9] *Feige, F.*: Die Zementindustrie von heute und morgen. *Betrachtungen über die Zukunft des Zements und Seine Herstellung*. *Zement-Kalk-Gips* 51 (1998) pp. A 11.

* * *

Tisztelettel meghívjuk a
2003. április 16-án 10⁰⁰-kor

Opoczky Ludmilla professzor, az MTA doktora 70. születésnapja tiszteletére rendezett ünnepi ülésre

Az ülés napirendje

Elnök: Szépvölgyi János, az MTA doktora, az MTA Műszaki Kémiai Komplex Bizottság titkára

Opoczky Ludmilla életpályája és munkássága

Prof. Dékány I., az MTA lev. tagja (Szegedi Tudományegyetem): Munkásság az MTA Kolloidkémiai Munkabizottságban

Prof. Tamás F., az MTA doktora (Veszprémi Egyetem): Munkásság az MTA Szilikátkémiai Munkabizottságban

Dr. Fodor M. (MCSZ, CEMKUT Kft.): Munkásság a CEMKUT Kft.-ben

10³⁰ *Prof. Opoczky L.*, az MTA doktora (CEMKUT Kft.): 45 év a cementkutatásban

10⁴⁵ *Prof. Juhász A. Z.*, az MTA doktora (Veszprémi Egyetem): Mechanokémia és agglomeráció

11⁰⁰ *Wojnárovitsné H. I.*, az MTA doktora (SZIKKTI Labor Kft.): A szervesetlen szálas anyagok korróziója a cementmátrixban

11¹⁵ *Sas L.* (DDC Kft. Váci Gyára): A klinker szövetszerkezete és őrlhetősége közötti összefüggések

11³⁰ *Gábel V.* (CEMKUT Kft.): A kompozitcementek szemcseméret-eloszlása

Köszöntők:

Prof. Kálmán E., az MTA doktora, az MTA Anyagtudományi és Szilikátkémiai Munkabizottság elnöke

Prof. Talabér J., az MTA doktora

Riesz L., az SZTE elnöke

Prof. Dr. habil Csöke B. tanszékvezető (Miskolci Egyetem)

Dr. Kovács K. tanszékvezető, egyetemi docens (Veszprémi Egyetem)

Helyszín: Magyar Tudományos Akadémia, Budapest V., Roosevelt tér 9. Felolvasóterem

MTA Műszaki Kémiai Komplex Bizottsága, MTA Anyagtudományi- és Szilikátkémiai Munkabizottsága, MTA Kolloid- és Anyagtudományi Munkabizottsága, VE Szilikát- és Anyagmérnöki Tanszéke, VEAB Szilikáttechnológiai Munkabizottsága, Miskolci Egyetem Eljárástechnikai Tanszéke, MTA Bányászati Tudományos Bizottság Mechanikai Eljárástechnika-nyersanyagelőkészítési Munkabizottsága, Szilikátipari Tudományos Egyesület (SZTE), Magyar Cementipari Szövetség (MCSZ), Cementipari Kutató és fejlesztő (CEMKUT) Kft.