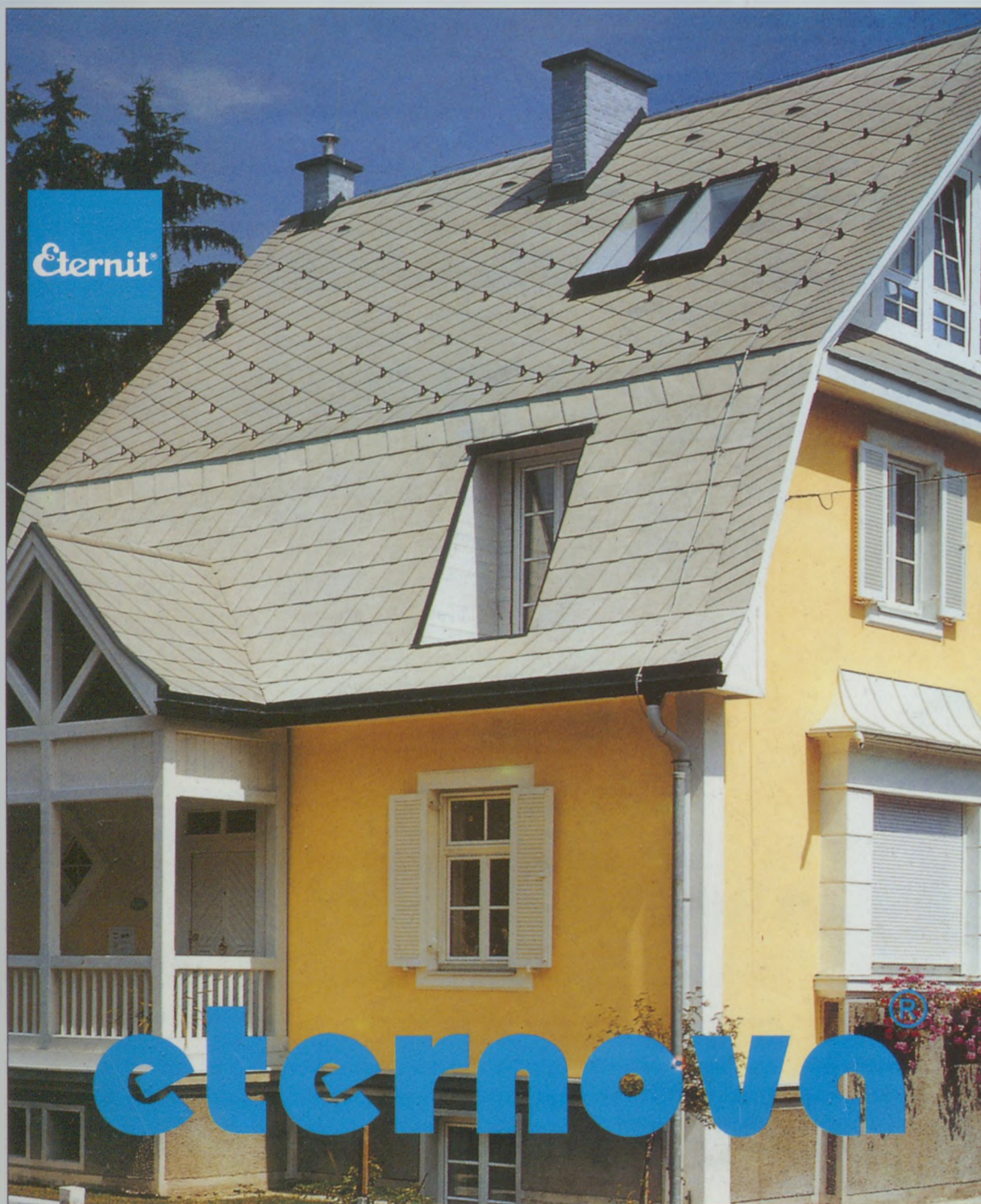


302935

ÉPÍTŐANYAG 95/2

A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA



II. HÍRŐS BAU

ÉPÍTŐANYAGIPARI és ÉPÍTÉSZETI
SZAKKIÁLLÍTÁS **KECSKEMÉTEN**

1995. OKTÓBER 10–15.

Fővédnök: Pál László ipari és kereskedelmi miniszter



RENDEZŐ:

PIAC *Marketing* **ÜZLETKÖZPONT**
KECSKEMÉT

H-6000 KECSKEMÉT
Árpád krt. 11. fszt. 36.
Tel./fax: (76) 323-929

Szerkesztőbizottság:

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

Rovatvezetők:

Szilikáttudomány
Prof. dr. JUHÁSZ A. ZOLTÁN
Szilikáttechnika
GARAI GYÖRGY
Újdonságok
Dr. HILGER MIKLÓS

Tagok:

Dr. ÁBRAHÁM Ferenc
Prof. dr. BALÁZS György
FODORNÉ dr. SZÖRÉNYI Márta
GALLÉ Gábor
Doz. dr. GÁLOS Miklós
Dr. KOLOSTORI János
Dr. KOVÁCS Károly
Dr. LIPTAY András
PÉTER Gyula
SEY Pongrác
Prof. dr. TAMÁS Ferenc
Doz. dr. TERÉNYI Gyula

Szerkesztőség: 1027 Budapest II., Fő u. 68.
Telefon: 201-9360
Kiadja az Építésiügyi Tájékoztatói
Központ Kft.
Felelős kiadó: dr. Hamvay Péter igazgató.

Nyomdai munkák:

Aranykezek Bt., Compress Bt.

Kiadói szerkesztő: Ágoston Jánosné
Műszaki szerkesztő: Zaffiry Kálmán.
Azonossági szám: 13/95.
Megjelent: A/4 alakban,
4 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

<i>Volke, K.</i> : A nagy szulfáttartalom hatása a cementkő tartósságára	46
<i>Adonyi, Z.</i> : Dimenzió nélküli szám bevezetése a termikus bomlási folyamatok hasonlóságának kvantitatív értékelésére, építőanyagipari alkalmazások	52
<i>Szabó, I.-Westergom-Szabó, G.</i> : Az üvegcserep újrahasonosításának energetikai és környezetvédelmi előnyei	58
<i>Kollár, Gy.-Tonk, E.né-Zádor, M.</i> : Az építőiparban alkalmazott kovasavészteres kőszilárdítók hatásmechanismusának vizsgálata és értékelése	61
<i>Klespitz, J.</i> : Bányageológiai megfigyelések a nagyharsányi mészkőbányában	65
Eternova	71
Egyesületi és Szakhírek	75

CONTENS

<i>Volke, K.</i> : The Effect of High Sulfate Content on the Durability of Hardened Cement	46
<i>Adonyi, Z.</i> : Introduction of a Dimensionless Number for the Similarity Evaluation of Thermal Decomposition Processes – Its Use in the Building Materials Industry	52
<i>Szabó, I.-Westergom-Szabó, G.</i> : Reuse of Glass Culletts – Energy and Environmental Advantages	58
<i>Kollár, Gy.-Tonk, E.né-Zádor, M.</i> : Mechanism and Evaluation of Stone Stabilizers Based on Silicic Esters	61
<i>Klespitz, J.</i> : Geological Observations in the Nagyharsány Limestone Quarry	65
Novelties-Eternova	71
News from the Society and from the Industry	75

INHALT

<i>Volke, K.</i> : Einfluss des hohen Sulfatgehalts auf die Dauerhaftigkeit des Zementsteines	46
<i>Adonyi, Z.</i> : Einführung einer dimensionlosen Zahl für die quantitative Wertung der Ähnlichkeit von thermischen Zersetzungs Vorgängen. Anwendungen in der Baustoffindustrie	52
<i>Szabó, I.-Westergom-Szabó, G.</i> : Vorteile der Glasscherbenverwertung in der Hinsicht von Energetik und Umweltschutz	58
<i>Kollár, Gy.-Tonk, E.né-Zádor, M.</i> : Untersuchung und Auswertung vom Wirkungsmechanismus der in der Bauindustrie angewandten kieselsäureesterifizierten Steinfestiger	61
<i>Klespitz, J.</i> : Bergeologische Beobachtungen im Kalksteingrube Nagyharsány	65
Eternova	71
Vereins- und Fachberichten	75

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Вольке, К.</i> : Влияние повышенного содержания сульфата на стойкость цементного камня	46
<i>Адоны, З.</i> : Введение безразмерного числа для количественной оценки сходства термических процессов разложения: примеры применения в промышленности строительных материалов	52
<i>Сабо, И.-Вестергом-Сабо, Г.</i> : Преимущества утилизации стеклышней черепицы с энергетической точки зрения, а также с точки зрения защиты окружающей среды	58
<i>Коллар, Дь. Тонк, Е.не-Загор, М.</i> : Испытание и оценка механизма влияния добавок на основе кремнеземистых эфиров, используемых в строительной промышленности для затвердевания камней	61
<i>Клешпитц, Я.</i> : Геологические наблюдения в палхаршанском известковом карьере	65
Этернова	71
Новости	75

A nagy szulfáttartalom hatása a cementkő tartósságára

Volke Klaus

A jelen munkámban néhány olyan tényezőről számolok be, amely a kalcium-aluminát-szulfát-tartalmú cement hidratációjánál képződött cementkőnek és betonnak a struktúráját, illetve tulajdonságait befolyásolja. A tárolt tényezők a következők: a próbatest hőkezelése és mérete, az összetételei és technológiai paraméterek ingadozásai, a pórusoldat pH-értéke, a cementkő karbonátosodása, a cementkő-üvegszál kapcsolat, a cementpép, ill. habarcs szilárdulási viszonyai, a cement összsulfáttartalma és a cementkő-acélbetét stabilitási viszonyai.

A portlandcementekétől eltérő tulajdonságok, valamint a cementkő struktúrájára ható tényezők arra mutatnak, hogy a $C_4A_3\bar{S}$ cementek csak speciális kötőanyagként és nem tömegcementként használhatók fel. Éppen e tulajdonságok miatt ezek a gyorsan kötő, zsugorodásmentes, duzzadó, jó szulfátállóságú, kopásálló, korán nagy szilárdságot elérő cementek különösen alkalmasak fröcskölt vakolóhabarcsokhoz (pl. bányászásban), hézagoló habarcsokhoz és előfeszítési betontechnológiákhoz [18], mélyfúrási cementként és speciális esetben gyorsan kötő, nagy szilárdságú fehér cementként is használhatók. Ezek a területeken az alkalmas tulajdonságokkal rendelkező és a hidratációnál előnyös struktúrát adó kalcium-aluminát-szulfát cement sokszor jobb tartósságot biztosít, mint a portlandcement.

Bevezetés

Ez a téma olyan speciális $C_4A_3\bar{S}$ típusú cementekre vonatkozik, melyeknél a hidratáció folyamán duzzadás, vagy legalábbis zsugorodás kompenzáció lép fel. A duzzadás ebben az esetben kalcium-aluminát-szulfát-hidrátok képződéséből és különösen ettringitképződéséből keletkezik [1], [8].

Az 1. táblázat a kísérleti cementek tulajdonságait és összetételét mutatja be a portlandcementtel összehason-

lítottva. E cementek tartósságára vonatkozólag csak kevés vizsgálat ismeretes, mivel ezeket a cementeket csak néhány speciális esetben, iparilag kisebb mértékben használják fel (pl. a volt Szovjetunióban, az Egyesült Államokban, Japánban, Kínában).

A cementkő tartóssága igen komplex tulajdonság, amelyben sok tényező játszik szerepet. Ezek a tényezők a cementklinker nyersanyagainak, a cement égetési, őrlési, feldolgozási körülményeinek és a cementkő tárolási és kezelési viszonyainak megválasztásával alakulnak ki.

A cementkő tartóssága igen komplex tulajdonság, amelyben sok tényező játszik szerepet. Ezek a tényezők a cementklinker nyersanyagainak, a cement égetési, őrlési, feldolgozási körülményeinek és a cementkő tárolási és kezelési viszonyainak megválasztásával alakulnak ki.

1. táblázat

Portlandcementek és kalcium-aluminát-szulfát cementek tulajdonságainak összehasonlítása

Elnevezése	PZ 5/55	PZ 4/45	Hőkezelt	C-A- \bar{S} cementek
<i>Tulajdonságai:</i>				
Víz-cement tényezővel mért nyomószilárdságai [MPa]	0,50	0,50	0,50	0,45...0,48
2 órás	–	–	–	20...30
4 órás	–	–	–	28...35
8 órás	–	–	36,5	35...40
1 napos	31	–	–	40...50
3 napos	–	36	–	50...70
28 napos	62	50	52,0	55...90
Szitammaradék [%] 90 μ m-nél	0,4	1,5	1,5	2...5
Fajlagos felülete [m^2/kg] (Blaine)	kb. 500	kb. 500	kb. 500	kb. 400...600
Kötésidő kezdete	3,5 óra	2,0 óra	2,0 óra	5...10 perc
Vége	3,5 óra	4,0 óra	4,0 óra	8...20 perc
28 napos hosszváltozás [mm/m]	-0,8	-0,5	-0,5	-0,2...+5,0
SO ₃ tartalom [%]	3,5	3,5	3,5	10...18
Vízigény normálkonzisztenciánál [%]	31,6	29,6	29,6	25...29
Acélbetéttel szemben korrózióálló	igen	igen	igen	igen, csak = 15%-os SO ₃ tartalomnál
Szulfátálló	nem	nem	nem	igen
C ₃ A-tartalom [%]	10,9	8,7	8,7	nyomok

A kísérletekre felhasznált C-A-S klinkerek kémiai összetétele, kiszámított fázisösszetétele és állandóinak értékei

Alkatelem	A klinkerek elvevézése (adatok tömeg %-ban)										
	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6	K 7	K 3/11	K 3/12	K 3/21	K 3/22
SiO ₂	19,5	16,1	13,1	15,1	13,3	18,3	14,5	15,9	13,4	21,6	18,5
Al ₂ O ₃	12,7	17,4	14,0	18,4	20,7	19,2	15,4	19,6	16,7	14,0	11,9
Fe ₂ O ₃	1,9	4,1	3,5	4,7	5,8	4,5	3,8	4,9	4,3	2,3	1,9
CaO	53,9	51,5	48,7	51,0	49,4	53,7	51,7	52,4	51,1	55,8	53,2
SO ₃	8,0	8,0	15,8	8,0	8,1	4,3	12,2	4,4	11,9	4,0	11,9
K ₂ O	0,69	0,67	0,48	0,52	0,46	0,63	0,50	0,55	0,46	0,76	0,67
Na ₂ O	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,05	0,04
C ₂ S	55,9	46,2	37,6	43,3	38,1	52,5	41,6	45,6	38,4	61,9	54,2
C ₄ AF	5,8	12,5	10,6	14,3	17,6	13,7	11,5	14,9	13,0	7,0	5,8
C ₄ A ₁ S	22,9	29,6	23,6	30,7	33,9	32,6	25,9	32,9	27,9	25,0	21,3
CS	8,5	7,0	21,6	6,8	6,3	0,0	15,0	0,2	13,9	1,2	15,5
CaO ₃₂ abud	2,9	1,8	1,7	2,1	1,4	0,0	3,6	3,6	4,2	2,6	1,7
Jel	A klinkerek jellemző állandói										
SK _{st} *	1,06	1,04	1,04	1,04	1,03	1,07	1,08	1,10	1,09	1,05	1,03
SSM*	0,86	0,55	0,39	0,49	0,38	0,65	0,46	0,55	0,41	1,06	0,72
SAM*	1,28	1,44	0,73	1,45	1,49	2,18	0,96	2,11	1,03	2,22	0,86
FM*	0,24	0,51	0,22	0,59	0,72	1,05	0,31	1,11	0,36	0,58	0,16
A/S	0,65	1,08	1,07	1,22	1,56	1,05	1,06	1,23	1,25	0,65	0,64

A kísérleti eredmények ismertetése

Ezúttal csak egy-két vizsgálati eredményről számolunk be, melyekkel a tartósságra való hatást szándékozunk bemutatni. E vizsgálatra felhasznált klinkerek összetételét a 2. táblázat tartalmazza.

Ezeknél a nagy szulfáttartalmú cementeknél a következők állapíthatók meg. Egyrészt ugyanazok a tényezők, illetve a cementkőnek ugyanazok a tulajdonságai hatnak, mint a portlandcementnél, azonban más hangsúllyal. Másrészt olyan egészen más befolyásoló tényezők is szerepet játszanak, amelyek a portlandcementnél nem jelentkeznek (pl. a pórusvíznek a pH-értéke, a hidratációs hő, a hidratációs reakciók mechanizmusa). Erre néhány példát szeretnék bemutatni:

A cement hőkezelésének hatása a nyomószilárdságra

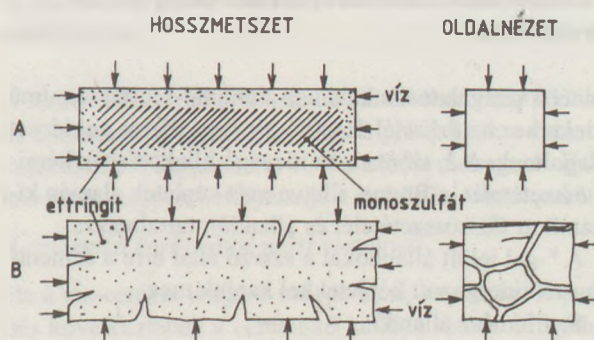
A cementhasábok 85 °C-on történő hőkezelésénél ugyanakkora a 8 órás nyomószilárdság, mint a nem hőkezelteknél, de a 28 napos nyomószilárdság sokszor lényegesen alacsonyabb a normális körülmények között szilárdultakénál. Ennek az az oka, hogy a cementkő struktúrája megváltozik az először képződött monoszulfát ettringitkévé való átalakulása és fajlagos térfogatnövekedése során. Ezt a struktúraváltozást a röntgenográfiai és infravörös spektroszkópiai vizsgálatok igazolják.

A próbatest méretének a struktúrára való hatása

A Portlandcementeknél ez a jelenség ismeretlen. Ezzel szemben ennél a C-A-S cementtípusnál a próbatest mérete mint befolyásoló tényező jelentkezik. Ennek oka a hőmérséklettől és a tárolási körülményektől függő hidratációs reakciók különös mechanizmusa.

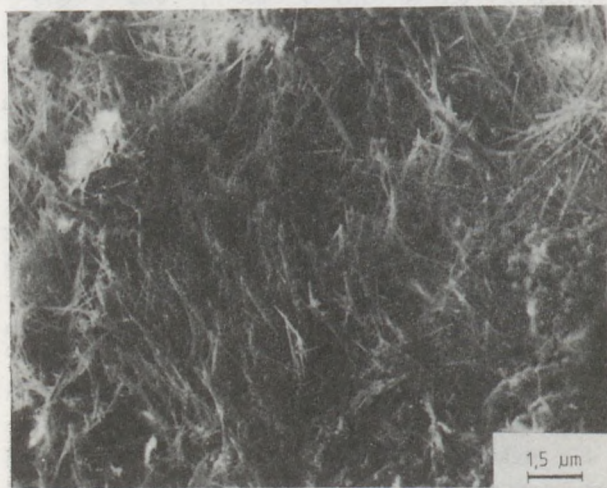
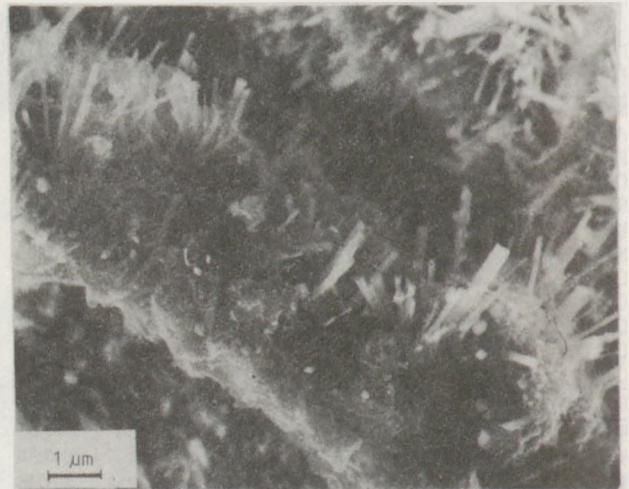
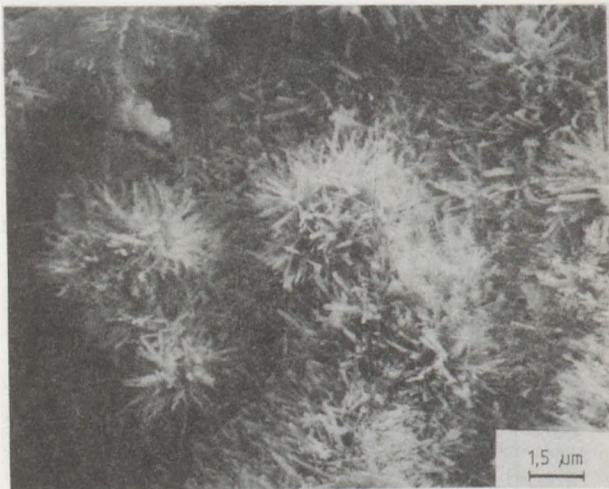
A C₄A₃S-ből készített kisebb méretű, illetve vastagságú próbatestek (10x10x60 mm méretű hasábok és 10 mm vastagságú lemezek) nedves tárolásánál észleltük azt, hogy ezek már a hidratáció első szakaszában az egész testben ettringitkévé válnak. A nagyobb méretű, illetve vastagságú próbatesteknél (40x40x160 mm) az első hidratációs szakaszban pedig csak a külső kéregben képződik ettringit, miközben a test belsejében csak monoszulfát keletkezik. Két lényeges tényező következtében adódik monoszulfát a próbatesten belül:

- a magas hidratációs hő, amely a próbatest belsejében a 60 °C-ot sokszor erősen meghaladó hőmérsékletre és olyan körülményekhez vezet, mint amilyenek a gőzölésnél állnak elő (itt ezt „öngőzölésnek” nevezhetjük);
- a külső, ettringitből álló kéreg nagy tömörséget és vízzárást alakít ki, amely az első hidratációs szakaszban a hidratációs víznek a próbatest belsejébe való behatolását gátolja. Idővel a vízben való tárolási szakaszban (kb. 2...5 nap után) a test belsejé-



1. ábra

A nagyméretű hasáb térfogatának változása a hidratáció folyamán



2-5. ábra

A nagyméretű szétrepedt hasábok belsejében és a résekben monoszulfátból képződött ettringit kristályok elektronmikroszkópiai képe

ben képződött monoszulfát ettringitté válik, és a nagyobb méretű próbatest ilyen módon szétmállik, mint ahogy ezt az 1. ábra ábrázolja és az elektronmikroszkópiai vizsgálatok igazolják (2-5. ábrák).

Szulfoszilikát modulus:

$$SSM = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3 + SO_3}$$

Szulfoferrát modulus:

$$SF = \frac{Fe_2O_3}{SO_3}$$

A cement össz-szulfáttartalmának befolyása a struktúrára

Ennél a vizsgálatnál a kalcium-aluminát-szulfát tartalmú klinkerhez az őrlésnél 1...20% gipszet, illetve anhidritet adagoltunk. A 2. táblázat az idevágó klinkerfajták kémiai összetételét, a Bogue, illetve más képletek alapján kiszámított fázisösszetételét és állandóit tartalmazza.

A *-gal jelölt állandókat a szerző által erre a cement-típusra kidolgozott képletekkel kapjuk meg:

Szulfomész állandó:

$$SK_{sT} = \frac{CaO_{össz}}{1,87 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 1,05 \cdot Fe_2O_3 + 0,70 \cdot SO_3}$$

A vizsgálatok a következő eredményeket adták:

- A „jó minőségű” cementstruktúra a vizsgálathoz használt klinkerfajtánál optimálisan kb. 8...12% SO₃ tartalomnak megfelelő anhidrit, illetve gipsz-adagolással érhető el, ha a klinker kb. 6...8% SO₃-at tartalmazott.
- A legnagyobb korai nyomószilárdságot (pl. 8 órás, 1 napos szilárdság) általában egy kissé alacsonyabb (kb. 8% SO₃-nak megfelelő) szulfátadagolással érték el, a legnagyobb (pl. 28, illetve 56 napos) végszi-

lárdságok azonban kissé magasabb (10...12% SO₃-nak megfelelő) szulfátadagolás mellett adódtak.

- Lényegesen magasabb (= 15...20% SO₃-nak megfelelő) szulfátadagolás egy pár napig tartó nedves tárolásnál a szilárdság csökkenését, illetve a próbatest szétmállását okozta.
- Külön szulfátadagolás nélkül – különösen az alacsony SO₃-tartalmú klinker esetében – nagyon heterogén struktúrával rendelkező cementkő keletkezett a klinker túl gyors kötése következtében.

További kísérletekkel be tudtuk bizonyítani, hogy a cementkő struktúrájára és ezzel kapcsolatban a tartósságára nemcsak maga a cement őrlésénél adagolt szulfátmennyiség, hanem például a klinkernek a cement őrlésénél adagolt szulfátmennyiségtől függetlenül, már meglévő szulfáttartalma, továbbá a klinker égetési hőmérséklete, valamint ennek időtartama, az Al₂O₃/SiO₂-arány stb. is hat.

A cement kötési viszonyainak hatása a tulajdonságokra

A kalcium-aluminát-szulfát-tartalmú cement kötése lényegesen különbözik a portlandcementétől.

Míg a portlandcement kötése legkorábban egy óra elteltével kezdődik el, a speciális cementek – a gyorsan kötő gipszfajtákhoz hasonlóan – a vízadagolástól számított pár perc után szilárdulni kezdenek (1. táblázat). Emiatt a szilárdulási folyamat a próbatest egész tömegén belül nem olyan homogén módon játszódik le, mint a portlandcementeknél, és emiatt a szulfo-aluminát cementkő struktúrája inhomogénebb, darabosabb lesz.

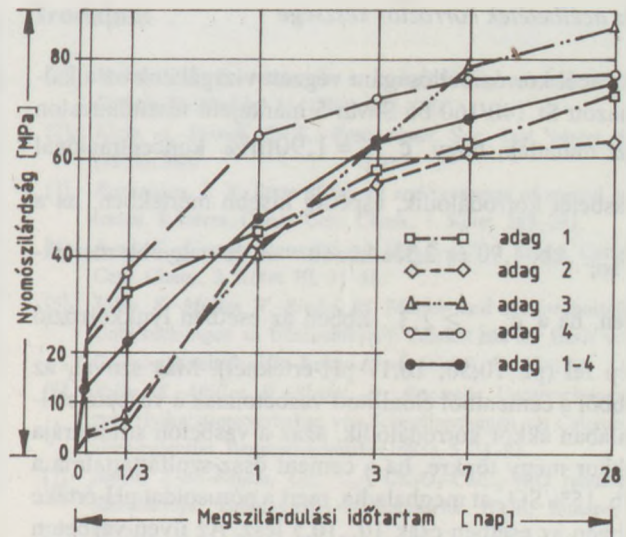
Hogy minél homogénebb cementkő-, illetve habarcsstruktúrát érjünk el, és így módon az ilyen cementeknél is jó tartósságot biztosítsunk, a cementkő előállítási, illetve a habarcsgyártási feltételeknek meg kell felelniük a cement tulajdonságainak.

Mint azt a kísérletek kimutatták, a speciális cement-habarcs keverési feltételeink el kell térniük a szabványos előírásoktól.

A portlandcementekre érvényes szabványoktól eltérően a speciális cementből álló pép, illetve habarcs vízzel való keverési ideje maximálisan 1 perc, továbbá a próbatest előállítása is egy perc lehet. Csak ilyen feltételek mellett képződik olyan homogén cementstruktúra, amely maximális nyomószilárdságot ad. A portlandcementekre érvényes szabvány szerinti keverési előírások alkalmazásával nagyon porózus, morzsalékos cementkő-, illetve habarcsstruktúra keletkezett, aminél a nyomószilárdság 20...65%-kal csökkent.

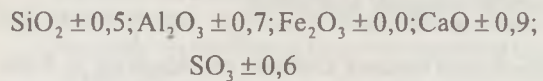
A nyomószilárdság igazodása a klinker jellemzőinek eltérései következtében

A kiindulási és előállítási tényezők ingadozásai (pl. a nyersliszt alkotóinak keverési aránya, az égetési hőmér-



6. ábra
A C-A-S-cement próbatest nyomószilárdsága

sékletben jelentkező eltérések) sokkal erősebben hatnak a cementkő struktúrájára, a habarcs tulajdonságaira (különösen a nyomószilárdságra), mint a portlandcementeknél. Ennek megállapítása céljából négy azonos tömegű klinkeradagot égettünk ki. Azonos kondícióból és égetési viszonyokból indultunk ki, de a klinkergyártásnál az alábbi összetételi értékigadozásokat terveztük be:



tömeg %; égetési hőmérséklet: 1495 K ± 30 K. Az egyes klinkeradagokból előállított cementkövek nyomószilárdságát megmértük és megállapítottuk, hogy a nyomószilárdságok ingadozása 99%-os valószínűséggel kb. kétszer-öttször nagyobb értéket tett ki a portlandcementénél (2. ábra). Ennek oka az, hogy ekkora összetételi eltérés miatt a próbatestek cementköveinek struktúrája már erősen különbözik egymástól.

A pórusoldat pH-értékének hatása a szerkezetek stabilitására

A cementkövek pórusoldatának pH-értékeit megmértük, és a mérések azt mutatták, hogy a pH-értékek a cement összetételétől függően kb. 10–12 között mozognak. Ez a következőképpen befolyásolja a stabilitási viszonyokat.

A cementkő karbonátosodási viszonyai

Ha a víz-cement tényező eléggé kicsi, az ettringitképződés következtében a cementkő kellően tömör. Megállapítható ezek alapján, hogy a levegő szén-dioxid tartalma kevésbé vastag karbonátos réteget hoz létre, mint a lúgosabb portlandcementkőnél.

Az acél korrózióállóságára végzett vizsgálatok az alkalmazott St 140/160 66 SiMn 5 márkajelű feszítőhuzalon azt mutatták, hogy $c_{SO_4^{2-}} = 1,90m\%$ koncentrációnál vasbetét korrodálódik, éspedig kisebb mértékben, ha a $c_{SO_4^{2-}}$ kb. 1,90 és 2,3% között van, és nagyobb mértékben, ha a $c_{SO_4^{2-}} \geq 2,3$. Ebben az esetben lyukkorrózió lép fel (pl. 10,50; 10,17 pH-értéknél). Más szóval, az ebből a cementből előállított vasbetonnak a vasbetéte általában akkor korrodálódik, azaz a vasbeton struktúrája akkor megy tönkre, ha a cement össz-szulfáttartalma a kb. 15% SO_3 -at meghaladja, mert a pórusoldat pH-értéke ebben az esetben csak 10...10,5 lesz. Az ilyen vasbeton nem tartós; a betonba beágyazott szulfátok jelenlétében általában csak akkor lehet passzív, ha a pórusoldat pH-értéke $\geq 11,5$ [10]. Egyes esetekben azonban az acél még 11,5 feletti pH-értéknél is korrodálódhat; kimutatható volt egy gyenge korróziós jelenség akkor is, ha a kalcium-aluminát-szulfát-cement pH-értéke kb. 12 volt [11]. Összegezve: különleges esetekben a beton vasalása, azaz a vasbeton makrostruktúrája, aluminát-szulfátból cementből készült vasbeton esetében korrózió következtében tönkremehet.

A cementkő-üvegszál kapcsolata

A szálerősítésű betonok általános problémáival pl. Rehm [12] foglalkozott. Ez a munka csak a C-A-S cementeknél előforduló kérdéseket tárgyalja. A pórusoldat alacsony pH-értéke arra a következtetésre vezetett, hogy a kalcium-aluminát-szulfát cement kapcsolata szilikátos üvegszálakkal előnyösebb, mint a portlandcementé [13...16]. A kísérleteknél kétféle üvegszálajtát használtunk fel, az EG és HOMA-AR 2 típust (3. táblázat) [14; 16; 17]. Az üvegszál mennyisége a cementben 3 tömeg% volt. Kötőanyagmátrixként C_4A_3S -cementet (a klinker égetési hőmérséklete 1520 K) használtunk fel, a pórusoldat 9,94 pH-értékű volt. (Összehasonlítva a felhasznált portland-

3. táblázat
A felhasznált ES és HOMA-AR 2 üvegszálak kémiai összetétele
(Adatok tömeg%-ban)

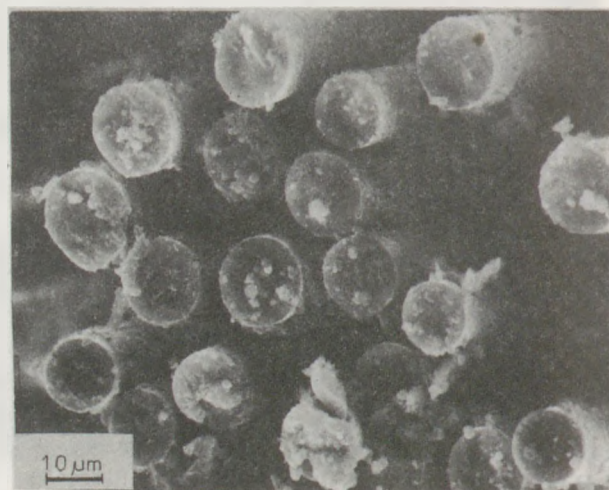
Oxid	Üvegszál		Azbeszt
	ES	HOMA-AR 2	
SiO ₂	53,3	59,2	38,8
Al ₂ O ₃	14,3	1,5	1,6
Fe ₂ O ₃	0,0	-	3,8
CaO	17,1	2,9	0,8
MgO	3,8	-	38,4
K ₂ O	0,1	-	0,3
Na ₂ O	0,1	16,0	0,4
B ₂ O ₃	10,9	-	-
TiO ₂	1,0	-	-
ZrO ₂	-	20,4	-
Izzítási-vesztesség	0,5	-	2,8
	0,9	2,2	13,5

4. táblázat
Az üvegszálbetétes PZ 4/45 és a C-A-S cement nyomószilárdsága
(Nyomószilárdság MPa-ban)

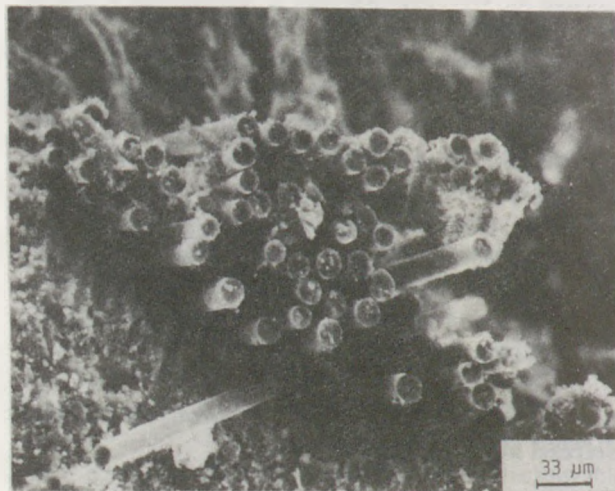
Cement	Tárolási időtartam			
	1d	3d	7d	28d
PZ 4/45	14,4	31,1	35,6	54,6
C-A-S	20,5	22,0	41,3	57,1

cementével, ahol ez 12,3 pH volt.) Elektronmikroszkópiai felvételek a szulfát-aluminát cementkő pórusainak az üregeinek az ettringitképződés által okozott „összenövődését” és az üvegszál viszonylagos sértetlenségét mutatták (7-9. ábra).

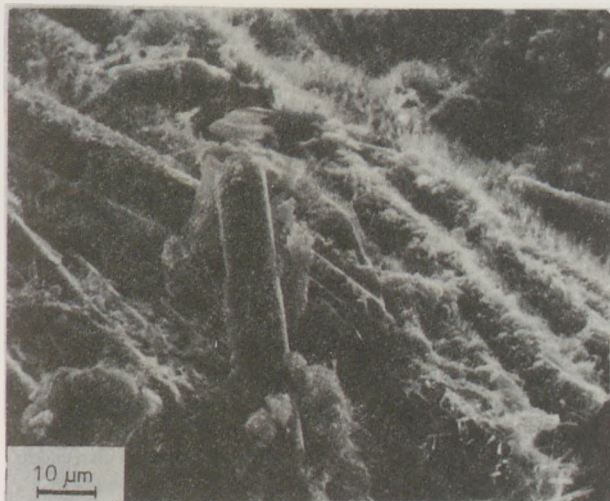
A 4. táblázat adatai az NDK-gyártmányú PZ 4/45 és a C-A-S-cementtel készült üvegszálerősítésű pépek nyomószilárdságát mutatják be. 60 °C-os vízben való tárolásnál elrögzítés lépett fel a váltakozó tárolással szem-



7. ábra
HOMA típusú üvegszálbetét a hidratált B 3-as C-A-S cementmátrixban



8. ábra
ES típusú üvegszálbetét a hidratált B 3-as C-A-S cementmátrixban



9. ábra
ES típusú üvegszálat a hidratált portlandcementmátrixban.
Az üvegszálon erős korrózió látható

ben. 20 °C-os vízben való tárolásnál mindkét üvegszál-fajta szakítószilárdságának növekedése következett be, amit arra lehet visszavezetni, hogy a cement hidratálódása folyamán képződött vegyületek nem okoztak korróziót az üvegszálakon. A szulfát-aluminát cement felhasználásával készített próbatestek 80 °C-os vízben való tárolásánál nyomószilárdság-csökkenés következett be, de ez lényegesen kisebb volt, mint a portlandcement kötőanyagmátrix felhasználásával készült próbatesteknél (28 nap után 69%, míg már 7 nap után 50% a portlandcementnél); emellett a portlandcementnél nagyobb hajlító-húzószilárdsága is van. A kompozit 2,5%-os behajlása a kötőanyagmátrixként felhasznált szulfo-aluminát-cementnél előnyösebb cementkő struktúrára mutat, a pc-nél jelentkező 0,6%-os behajlással szemben, amiből a speciális cement esetében nagyobb tartósság adódik. Ez az előnyös struktúra 20 °C-os tárolási hőmérsékletnél a húzószilárdság 120%-os, illetve 140%-os növekedéséhez vezet. Egy hónapos tárolás után a speciális cement lényegesen stabilabb állapotú volt a portlandcementnél. A legtartósabb szerkezetű anyag a HOMA-szulfo-aluminát cementből álló kompozit lett, amelynél a szilárdság emelkedése kb. 50%-ot tett ki. Duzzadó tulajdonsága következtében a hosszváltozása 56 napos tárolás után 1,8% (ES-üvegszálnál), illetve 2,1% (HOMA-üvegszálnál) volt [17].

Irodalom

- [1] Mehta, P. K.: Investigations on energy-saving cements. World Cement Technology II (1980). 166–170.
- [2] Klein, A.–Troxell, G. E.: Proc. Amer. Soc. Test. Mater. 58 (1958). 986.
- [3] Kuznecova, T. V.: State of the art and prospects of special cements. 8. Intern. Congr. Cem. Chem., 1. Kötet. 283–291.
- [4] Ikeda, K.: Cement along the join $C_4A_3S-C_2S$. 7. Intern. Congr. Cem. Chem., 2. Kötet. III. 31–36.
- [5] Volke, K.–Müller, W.–Riedel, K.: Mörtel- und betontechnische Untersuchungen an frühloCHFestem Zement auf der Basis von Calciumaluminatsulfat. Betontechnik (1984). 5. 153–157.
- [6] Volke, K.–Müller, W.–Riedel, K.: Spezielle Untersuchungen zum Hydratationsverhalten von Schnellzementen aus Calciumaluminatsulfat. Baustoffindustrie (1985). 5. 78–81.
- [7] Boros, J.–né-Balázs, Gy.: $C_3A-CaSO_4-CaCl_2-H_2O$ rendszer hidratációja. Tudományos közlemények. BME, Budapest, 1972.
- [8] Palotás, L.–Balázs, Gy.: Mérnöki szerkezetek anyagtan 2. Fekő-fém-kötőanyagok. Akadémiai kiadó, Budapest, 1979. 558.
- [9] Volke, K.–Thiem, A.: Einfluss des SO_3 -Gehaltes auf die Eigenschaften von Kalziumaluminatsulfatzement. (Előkészítésben.)
- [10] Polster, H.: Dauerbeständigkeitsverhalten von bewehrtem Beton unter Verwendung von Zumahlstoffzementen. Betontechnik (1985). 3. 76–77.
- [11] Volke, K.–Jaekel, R.: Unveröffentlichter Bericht über C_4A_3S -Zement. HAB Weimar, 1982.
- [12] Rehm, G.: Faserbewehrte Betone–Welche Probleme ergeben sich, Beton und Fertigteiletechnik 39 (1973). 9. 638–641.
- [13] Hyashi, M.–Sato, S.–Funjii, H.: Some ways to improve gfrc. Proc. Symp. on Durability of Glass Fibre Reinforced Concrete, Chicago, 1985.
- [14] Volke, K.: Entwicklung eines hydraulischen Bindemittels für dauerhafte Faserkomposite. Forschungsbericht Bauakademie der DDR (1988).
- [15] Majumdar, A. J.–Laws, V.: Glass fibre reinforced cement. BSP Professional books, London, 1991. 139., 169.
- [16] DDR-Patent WPC 04 B/316 3992 (1988): Verfahren zum Herstellen glasfaserverstaerchter zementgebundener Baumaterialien (Erfinder; Bergner, K.; Janorschke, U.; Volke, K.; Müller, W.; Riedel, K.).
- [17] Vogt, R.: Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit glasfaserverstaerchter zementgebundener Baustoffe auf der Basis pH-Wertreduzierter Zemente. Diplomarbeit HAB Weimar, 1989.
- [18] Volke, K.–Majling, J.–Chartschenko, I. J.: Probleme der Herstellung und Anwendung von calciumaluminatsulfathaltigen Quell- und Vorspannzementen auf der Basis von Braunkohlenfilteraschen für Stahlbetonkonstruktionen. (Előkészítésben.)

Hirdessen az **Építőanyag** c. folyóiratban!

Dimenzió nélküli szám bevezetése a termikus bomlási folyamatok hasonlóságának kvantitatív értékelésére; Építőanyagipari alkalmazások

Adonyi Zoltán

BME Kémiai Technológiai Tanszék

Dimenzió nélküli szám kifejlesztése és bevezetése szolgál a termogravimetrikus mérési tényezők, mint a minta mennyisége, a fűtési sebesség stb. hatásának kvantitatív elemzéséhez. A különböző termogravimetrikus mérések TG, DTG, T adatai közvetlenül használhatók a mérések három hasonlósági állandójának a számításához. A CaCO_3 szélsőségesen különböző körülmények között mért TG adatai mutatják a hasonlósági transzformáció módját és alkalmazhatóságát a mérések korrelációjának a számításához.

A mész- és cementiparban használt mészkövek és a klinkergyártási nyersliszt folyamat közbeni TG méréseinek értékelése és összehasonlítása szemlélteti az „1” hasonlósági kritérium gyakorlati alkalmazhatóságát. A CaCO_3 termikus bomlási tulajdonságainak a függése a származás helyétől, a kísérő komponensek minőségétől, mennyiségétől, illetve a technológiai folyamat előrehaladásától kvantitatíven jellemezhető.

Bevezetés

A termikus folyamatoknak a szilikátiparban, mind az építőanyagok gyártása, mind a minősítése terén alapvető jelentősége van.

E folyamatok tudományos vizsgálatát is szolgáló termoanalitika a múlt század hetvenes éveitől indult fejlődésnek [1]. Részfejezetének, a modern termogravimetriának (TG) a kialakulásában a huszadik század ötvenes éveinek elején Duval munkássága [2] volt kiemelkedő jelentőségű. A rohamos fejlődés alapja az a jogosnak látszó feltételezés volt, hogy a dinamikus felfűtési körülmények között mért differenciál-termoanalitikai (DTA) és termogravimetrikus (TG) görbék a vizsgált anyagra közvetlenül jellemzőek, „finger print” jellegűek. Ez a feltételezett lehetőség az építőanyagokkal foglalkozók figyelmét is felkeltette. A differenciál-termoanalízissel, majd a szimultán mérések nemzetközi jelentőségű hazai kifejlesztése révén a derivatográfival [3] gyorsan kiterjedt az építőanyagok hazai termoanalitikai vizsgálata is.

A nemzetközi irodalomban rohamosan bővülő mérési eredmények azonban a mérési körülményektől függőnek bizonyultak, opponálva ezzel a mérések „finger print” jellegét, korlátozva az adatok ipari alkalmazhatóságát, jelentőségét.

A jelenség oka, hogy a termikus folyamatok homogén fázisban is összetettek. A bonyolultságot az építőanyagok esetében a szilárd fázis és a komponensek nagy száma fokozza. Noha a termikus folyamatok esetében a mérési körülményektől független anyagi jellemzők, „állandók” keresése logikailag hibás törekvésnek bizonyult, ez mind a mai napig kiterjedt mérés és értékelés módszertani erőfeszítés tárgya.

Dimensionless number has been developed and introduced for quantitative analysis of the effect of thermogravimetric measuring factors like sample quantity, heating rate, etc. The TG, DTG, and T data of different thermogravimetric measurements can use directly for calculation of the three constants of analogy. TG data of CaCO_3 , measured in extremely different conditions show the method of transformation and its applicability for calculation of the correlation of measurements.

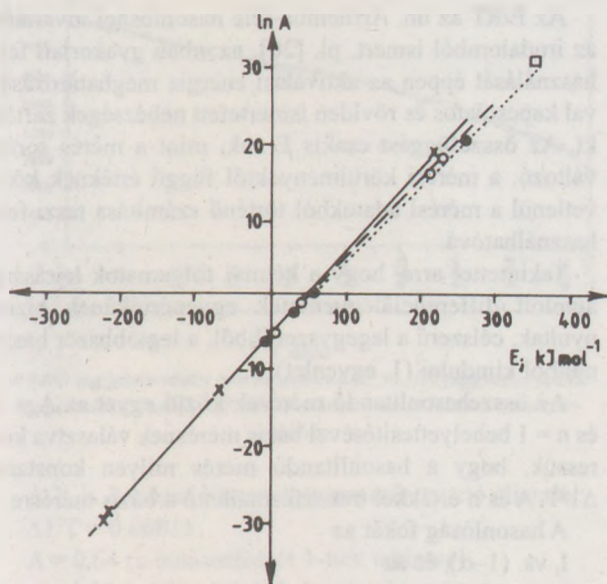
The practical applicability of the „1” dimensionless number has been illustrated by evaluation and comparison of TG measurements of limestone used in lime and cements industry and raw meals from the process of the clinker production. Quantitatively can be characterise the dependence of thermal decomposition properties of CaCO_3 on its place of origin, on the quality and quantity of the accompanying components, on the progress of technological process respectively.

E vázolt megállapítások rövid áttekintését, az összefüggések és következtetések bemutatását tiszteletteljes kiegészítő válasznak is számom kandidátusi értekezésem opponensének, Talabér professzor úrnak egyik jogos megjegyzésére: „...ha már ilyen szépszámú DTA felvétel készült, ezek részletesebb analízise ezen munkának előnyére vált volna. Ugyanez áll egyébként a differenciál-termogravimetriai és termogravimetriai vizsgálatokra is” [4].

Problémák a formálkinetikai állandókkal; az általános kinetikai kompenzációs hatás

Van Krevelen és munkatársai kezdeményezése nyomán [5] már 1951-től általánosan használt módszer a termikus bomlások, a termoanalitikai mérési eredmények jellemzésére azok formálkinetikai elemzése.

A vizsgált reakció sebességét meghatározó különböző tényezők kiemelésével szerkesztett differenciálegyenletekkel számított és mintegy az anyagra jellemzőnek feltételezett ún. kinetikai állandók matematikai, illetőleg mérés-technikai eszközökkel történő keresése azonban hibás törekvés. Következik ez egyebek között, de legfontosabbként az aktiválási energiának és a preexponenciális tényező logaritmusának a használt differenciálegyenlettől, a számítási módszertől, sőt az adatforrástól is független lineáris kapcsolatából. E jelenséget az irodalom kinetikai kompenzációs hatásként tárgyalja. A kinetikai elgondolások szerint egymástól függetlenek tekintett kinetikai állandók szoros kölcsönös függése az $\ln A$ vs. E mellett a reakciórendre (rendekre) is kiterjed. Az ún. kinetikai kompenzációs hatás tehát általánosan érvényesül. Az általános kinetikai kompenzációs hatást (ÁKKH) az 1. ábra szemlélteti [6, 7].



1. ábra

A kinetikai kompenzációs hatás CaCO_3 termikus bomlásakor. A kinetikai állandók számítása négy differenciálegyenlettel X 200 mg; ○ 1000 mg; • 2000 mg minta esetében, illetve □ ipari mérési adatokból

Az ábra a $9\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ felfűtési sebesség mellett 200, 1000, 2000 mg porított CaCO_3 termogravimetrikus mérési adataiból a Šesták által javasolt [8] alábbi négy differenciálegyenlettel számított kinetikai állandókat mutatja:

$$-d\alpha/dt = A \exp(-E/RT) (1-\alpha)^n \quad (1)$$

$$-d\alpha/dt = A \exp(-E/RT) (1-\alpha)^n \alpha^m \quad (2)$$

$$-d\alpha/dt = A \exp(-E/RT) (1-\alpha)^n [-\ln(1-\alpha)]^p \quad (3)$$

$$-d\alpha/dt = A \exp(-E/RT) (1-\alpha)^n \alpha^m [-\ln(1-\alpha)]^p \quad (4)$$

ahol a szokásos jelölésekkel

$-d\alpha/dt$: a bomlás sebessége [a mért (DTG)_i-ből],

$(1-\alpha)$: a reakciókoordináta [a mért (TG)_i-ből],

A: a preexponenciális tényező,

E: az aktiválási energia,

R: a gáz konstans,

T: az abszolút hőmérséklet,

n, m, p: a reakciórendek.

Ezek az egyenletek a termikus bomlást, a CaCO_3 újraképződését, a diffúziót és e folyamatok kombinációját kívánják figyelembe venni, amely részfolyamatok mindegyike nyilvánvalóan fontos a CaCO_3 termikus bomlása esetében.

A várakozással szemben az 1. ábra szerint a lineáris és szoros $\ln A$ vs. E kapcsolat a fizikailag értelmezhetetlen (pl. „exoterm”!) CaCO_3 bomlás) tartományra is kiterjed, ugyanakkor a szélsőségesen különböző körülmények között végzett 18 TG mérésnek a fenti négy differenciálegyenlettel számolt 4-4 $\ln A$ vs. E adatpárja kapcsolatának a szorossága, r nagyobb 0.9998-nál [7].

A vázolt kinetikai számítások szerint szoros a kapcsolat az E , valamint az $\ln A$ és a reakciórendek között, sőt az egyes reakciórendek között is. Így az n vs. m és az n vs. p reakciórendek kapcsolata [7]:

$$n = -0,42 m + 0,45 \text{ és } r = 0,9936 \quad (5)$$

$$n = 0,43 p + 0,35 \text{ és } r = 0,9976 \quad (6)$$

Az $\text{Mg}(\text{OH})_2$ termikus bomlását 17 differenciálegyenlettel [9], illetve például a lantanida izocianátok alanin komplexeinek első termikus csúcsát 19 differenciálegyenlettel [10] és különböző mérési, illetve számítási módszerekkel (pl. integrál, differenciál, Coats és Redfern, Satava módszer [9, 10] stb.) értékelve az E vs. $\ln A$ összefüggés a vázoltakkal teljesen azonos.

Mindez erősen korlátozza a kinetikai kompenzációs hatás közvetlen fizikai és kémiai tényezőkkel történő értelmezhetőségét (pl. 11), és indokolja az általános kinetikai kompenzációs hatás (ÁKKH) fogalom bevezetését. Az ismertetett összefüggések bizonyítják, hogy

- a termikus folyamat leírásának egyenértékű szorossága következtében a kinetikai állandók számítása szempontjából bármelyik differenciálegyenletnek a kitüntetése önkényes [pl. 9, 12, 13, 14, 15]; azok egymás között gyakorlatilag egyenértékűek,
- az ún. kinetikai állandók együtteséből pl. az aktiválási energia, E vagy akár az E és n mint anyagra jellemző állandó kiemelése hiba [pl. 12, 13, 14, 15, 16, 17]. Csak az ún. kinetikai állandók teljes rendszere írja le pontosan a vizsgált folyamatot az állandók számításához használt mérési intervallumban,
- az ipari mérési adatokból számított állandó pár, $\ln A$ és E (1. ábra □ pont) a kinetikai kompenzációs hatáson keresztül a laboratóriumi mérések és a megfelelő ipari folyamatok közvetlen kapcsolatára utal,
- az $\ln A$ vs. E egyenes hajlásszögének csekély változása a szélsőséges mérési körülményektől való függésre enged következtetni (**mintamennyiség – hajlásszög** ($\text{tg}\alpha$): **0,855 mg–6°41'45"** **200 mg–6°23'26"** **1000 mg–5°51'29"** **2000 mg–5°50'7"** **3460 mg–5°42'18"**),
- a különböző anyagok kinetikai kompenzációs egyenesének a hajlásszöge viszont jelentősen különbözik [pl. 7]. A méréseket 10 különféle differenciálegyenlettel értékelve a $\text{tg}\alpha$ a következőképpen alakult [18]: kaolin (laza minta)–8°15'22" kalcium-oxalát (laza minta)–13°23'34" kalcium-oxalát (sajtolt minta)–12°59'7" montmorillonit (laza minta)–17°4'18" és a sorozathoz tartozó kalcit (laza minta)–5°51'49". (Ez utóbbi adat a szélsőségesen különböző adatforrások ellenére meglepően szoros kapcsolatban van az előző bekezdés CaCO_3 adataival [7].)

Az "I" hasonlósági kritérium bevezetése

A kinetikai állandók számításával kapcsolatos tapasztalatokkal összhangban a különböző mérési körülmények között mért adatok esetében a termoanalitikai közlemények szerzői gyakorlatilag mind a mai napig az ismertett értékű formálkinetikai számításokra, illetve a kapott eredmények kvalitatív összehasonlítására szorítkoznak. A problémák összefoglalásaként némi iróniával azt mondhatjuk, hogy a termogravimetriai mérések csak azonos laboratóriumban, azonos készülékkel, azonos mintával és azonos mérési körülmények között, azonos módon értékelve „finger print” jellegűek, pedig nyilvánvaló, hogy pl. a CaCO_3 bomlásának „ X_1 ” körülmények között mérve hasonlítania kell a CaCO_3 „ X_2 ” körülmények között mért bomlásához. Ezt a problémát, az eredmények kvantitatív összehasonlítását oldja meg az I hasonlósági kritérium bevezetése [19].

Módszertani jelentősége miatt kell hangsúlyozni, hogy az itt bemutatott megoldáshoz a fizikai kémiában kifogástalanként ajánlott, konstans hőmérsékleten mért időigényes és nehézkes, ezért viszonylag korlátozott számú kinetikai eredmények, majd a termoanalitikai mérésekből adódó, nagyságrendekkel több kinetikai adat elmentmondásainak a feltáródása és elemzése vezetett.

A már ismertett jelölésekkel az I dimenzió nélküli hasonlósági kritérium

$$I_i = E_i/RT_i \quad (7)$$

a szokványos termogravimetriai mérések adataiból közvetlenül számítható a következő összefüggés szerint:

$$\exp I_i = A \frac{(TG)_i}{(DTG)_i} \quad (8)$$

ahol: A = konstans és dimenziója 1/s

$I_i = E_i/RT_i$ dimenzió nélküli érték.

Az összefüggés tehát a kiterjedten használt 1. számú differenciálegyenlet célszerűen átrendezett formája.

Az 1. összefüggést logaritmizálva és a szokásos kinetikai jelöléseket formailag megtartva az I hasonlósági kritérium számítása az alábbi összefüggéssel történik.

$$I_i = E_i / RT_i = \ln A + n \ln(1 - \alpha)_i - \ln\left(-\frac{d\alpha}{dt}\right)_i \quad (9)$$

Az I hasonlósági kritérium mint dimenzió nélküli szám tehát minden kinetikai konstanság előfeltevése nélkül kizárólag a mért TG_i , DTG_i és T_i adatok függvénye.

Az E dimenziója azonos az ún. aktiválási energia dimenziójával, a számítások célja azonban nem az E konstansá prezelése a megfelelő matematikai eszközökkel a mérés minél szélesebb intervallumában, hanem éppen ellenkezőleg annak feltárása, hogy E miként függ a szuperponálódó részfolyamatok rendszerétől, a mérések körülményeitől.

Az E/RT az ún. Arrhenius-féle hasonlósági invariáns az irodalomból ismert, pl. [20], azonban gyakorlati felhasználását éppen az aktiválási energia meghatározásával kapcsolatos és röviden ismertetett nehézségek zárták ki. Az összefüggést csakis E-nek, mint a mérés során változó, a mérési körülményektől függő értéknek közvetlenül a mérési adatokból történő számítása teszi felhasználhatóvá.

Tekintettel arra, hogy a kémiai folyamatok leírására ajánlott differenciálegyenletek egyenértékűnek bizonyultak, célszerű a legegyszerűbből, a legtöbbször használtból kiindulni (1. egyenlet).

Az összehasonlító mérések közül egyet az $A = 1$ és $n = 1$ behelyettesítésével bázis mérésnek választva keressük, hogy a hasonlító mérés milyen konstans $\Delta 1/T$, A és n értékkel transzformálható a bázis mérésre.

A hasonlóság fokát az

I_i vs. $(1-\alpha)_i$ és az

I_i vs. $1/T_i$,

valamint a jelölések tartalmi különbségét hangsúlyozva, de a kapcsolatra is utalva az

E_i^* vs. $(1-\alpha)_i$ és az

E_i^* vs. $1/T_i$

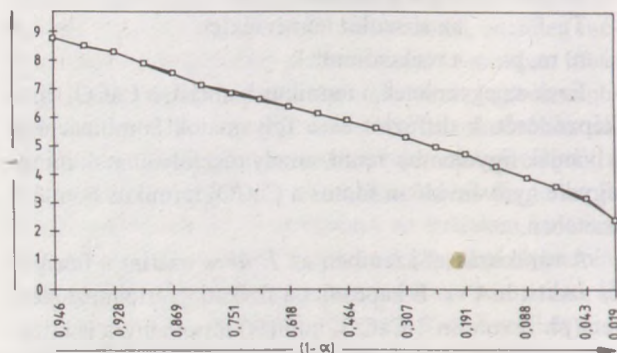
függvények viselkedése tárja fel, ahol

$E_i^* = I_i \cdot T_i$

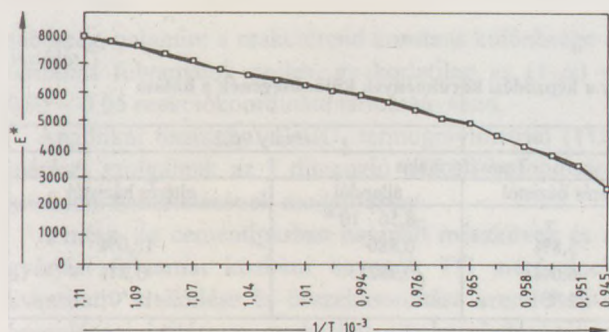
Szélsőségesen különböző körülmények hatása a CaCO_3 bomlására

A termogravimetrikus mérési eredmények transzformálhatóságát példaként két szélsőségesen különböző körülmények között végzett TG mérés alábbi eredményei bizonyítják.

A 3460 mg gömb alakúra esztergált márvány mintával, levegő atmoszférában, 9 °C/min felfűtési sebesség mellett derivatográfál mért TG eredményeket a Heareus cég által kérésünkre 0.855 mg por alakú mintával, Ar atmoszférában, korund tégellyel mért eredményekre, mint bázisra transzformálva az I_i vs. $(1-\alpha)_i$ függvényként a 2. ábra, az E_i^* vs. $1/T_i$ függvényként a 3. ábra mutatja.



2. ábra
A 3460 mg gömb alakú márvány minta I vs. $(1-\alpha)$ függvénye 0.855 mg por alakú CaCO_3 TG mérési adataira, mint bázisra transzformálva



3. ábra

A 3460 mg gömb alakú márvány minta E* vs. $1/T$ függvénye 0,855 mg por alakú $CaCO_3$ TG mérési adataira, mint bázisra transzformálva.

A 2. és 3. ábrán bemutatott transzformáció állandói:
 $\Delta 1/T = 0,00015$

$A = 0,64$ (a bázismérését 1-nek tekintve)

$n = 1,32$ (a bázismérését 1-nek tekintve)

A transzformáció intervalluma, mint $(1-\alpha) = 0,946-0,019$

A transzformációs állandók azt jelentik, hogy a 0,855 mg mintával szemben a 3460 mg minta TG mérésekor a bomlás sebessége 64%-ra csökken, és a tömegsökkenés 1,32 hatványon veendő figyelembe a mérés mintegy 93%-os intervallumában. A hőmérséklet-különbség, $\Delta 1/T$ is ugyanebben az intervallumban konstans, és azt jelenti, hogy pl. az $(1-\alpha) = 0,500$ pontban a 3460 mg minta 166 °C-kal nagyobb hőmérsékleten bomlik, mint a bázismérés esetében.

E transzformációs állandók utat nyitnak a szuperponálódó folyamatok mélyebb vizsgálatához, mert a konstans $\Delta 1/T$ kapcsolatukon túlmenően a tömegváltozási folyamatok sebességének a különbsége adott esetben a diffúzió jelentőségéhez és jellemzéséhez, a reakciórend különbsége pedig a minta tömegének, illetve a kémiai összetétel hatásának a vizsgálatához nyújt lehetőséget, mintegy utat nyitva a TG mérések és a művelettan kapcsolatához.

A transzformáció eredményének a jellemzésére a DTG görbékkel határolt felületek arányára lehet hivatkozni. Amennyiben a 0,855 mg mintával mért DTG felület 10 cm², akkor a 3460 mg mintával mért DTG felület több mint 4 m²!!

Az „I” hasonlósági kritérium gyakorlati alkalmazása

Az I hasonlósági kritérium gyakorlati alkalmazhatóságának vizsgálata adott esetben célszerűen három problémához kapcsolódik. Az első kérdés, hogy a TG mérések értékelésével kvantitatív módon érzékelhető-e a mészkőminták esetleges szerkezeti különbsége a képződési körülményektől, a származási helyüktől függően. További kérdések, hogy kvantitatív módon befolyásolja-e a termikus bomlási tulajdonságokat a kőzetminták, illetve a

technológiai folyamat különböző pontjain vett minták $CaCO_3$ -tartalmának a változása, a kísérő komponensek minősége, mennyisége.

Ezekhez a vizsgálatokhoz az alábbi mintákat a forrás megjelölésével és a szükséges adatokkal a váci cementgyár laboratóriuma, Mogyorósi Sándorné volt kedves rendelkezésre bocsátani.

$CaCO_3$, %	Izz. veszt., %	Hőmérséklet, °C
Keszeg 99,0	Nyersliszt 35,25	
Keszeg 95,2	II. fokozat 32,21	600-700
Naszály 96,2	Örvénykamra 30,24	650-750
Naszály 86,7	III. fokozat 20,44	750-850
	Dopol beömlés 20,54	800-850

A derivatográfál végzett TG mérések során, a $CaCO_3$ -tartalom ismeretében, a hengeres alakú Pt tégllybe bemért minták $CaCO_3$ -tartalma 200 mg, a felfűtés sebessége gázelszívás nélkül 10 °C/min volt.

A transzformációs számítások eredményeit az előző mintajelekre hivatkozva az 1., 2. és 3. táblázat foglalja össze. A számított eredmények pontosságának a mérlegeléséhez még további tapasztalatokra van szükség.

Az 1. táblázat alapján megállapítható, hogy a minta karbonátkísérő komponensei csökkentették mind a termikus bomlás átlagos hőmérsékletét ($\Delta 1/T$), mind a bomlás sebességét (A), de a minta származási helyétől függően jól megkülönböztethető arányban.

A bázismérésre vonatkoztatva a naszályi minta esetében a folyamat sebességének a csökkenése mintegy 12%, a keszegi mintáé mintegy 6%. Ez a sebességsökkenés a naszályi minta esetében a diffúziós szerkezeti hatással ($A = 0,880$), a keszegi minta esetében viszont nagyobb mértékben a kiegészítő kémiai komponens hatással ($n = 0,947$) van kapcsolatban.

A 2a-b táblázat adatai is igazolják, hogy a transzformációs állandók első közelítésként függetlenek a bázismérés kiválasztásától. Azért csak első közelítésként, mert bár a számított állandók jó közelítéssel additív jellegűek, a mélyebb összefüggések feltárását elősegíti a bázismérés megfontolt kiválasztása. Így több ismeret tárodott fel például a táblázatokban bemutatott transzformációk esetén bázisként a Naszály 86,7 jelű mintát választva, mint minden mérésnek a Naszály 96,2 jelű mérésre történő transzformálásakor.

A 2b táblázat szerint a karbonátkísérő komponensek mennyiségének a növekedése tovább növeli ugyan a termikus bomlás hőmérsékletét, de jelentősen növeli a bomlás sebességét is, és jellemzővé válik a kémiai összetétel változásának a bomlást módosító hatása.

A 3. táblázat szorosan kapcsolódik a klinkerégetés technológiai folyamatához. Ennek előrehaladtával a Naszály 86,7 jelű mintával mint bázissal szemben a nyersliszt $CaCO_3$ -tartalmának termikus bomlási hőmérséklete gyakorlatilag változatlan ugyan, a bomlási folyamat sebessége azonban jelentősen, 27%-kal nagyobb, és feltehetően elsősorban nem a kémia összetétel változása, ha-

Két triász kori mészkőminta származási helyének, mintegy a képződési körülmények különbségének a hatása

Minta jele Állandók jele	Keszeg 99,2 Bázis állandói	Keszeg 95,2		Naszály 96,2	
		Transzformálás			
		állandói	eltérés bázistól	állandói	eltérés bázistól
$\Delta 1/T$	0	$-2,45 \cdot 10^{-5}$	–	$-8,56 \cdot 10^{-6}$	–
A	1	0,942	-5,8%	0,880	-12,0%
n	1	0,947	-6,0%	0,982	-1,8%
$\Delta t \text{ } ^\circ\text{C} (1-\alpha) = 0,5$	0	–	-32 °C	–	-11 °C

2. táblázat

A szennyező komponens minőségének (2a) és mennyiségének (2b) tulajdonság módosító hatása

Minta jele Állandók jele	Keszeg 95,2 Bázis állandói	2a Naszály 96,2		2b Naszály 96,2		
		Transzformálás		Bázis állandói	Naszály 86,7	
		állandói	eltérés bázistól		Transzformálás	
		állandói	eltérés bázistól	állandói	állandói	eltérés bázistól
$\Delta 1/T$	0	$1,29 \cdot 10^{-5}$	–	0	$1,04 \cdot 10^{-5}$	–
A	1	0,913	-8,7%	1	1,39	+39%
n	1	1,035	+3,5%	1	1,32	+32%
$\Delta t \text{ } ^\circ\text{C} (1-\alpha) = 0,5$	0	–	+16 °C	0	–	+13 °C

3. táblázat

A technológiai folyamat egyes szakaszainak a CaCO_3 termikus bomlását módosító hatása

Minta jele Állandók jele	Naszály 86,7 Bázis állandói	Nyersliszt	Transzformálás			
			állandói			
			II. fokozat	Örvénykamra	III. fokozat	Dopol beömlés
$\Delta 1/T$	0	$-3,95 \cdot 10^{-7}$	$-1,23 \cdot 10^{-5}$	$-1,11 \cdot 10^{-5}$	$1,51 \cdot 10^{-5}$	$-1,76 \cdot 10^{-5}$
A	1	1,270	0,885	0,993	1,055	1,290
n	1	1,050	0,932	0,895	0,957	1,070
$\Delta t \text{ } ^\circ\text{C} (1-\alpha) = 0,5$	0	-0,9	-16	-15	-19	-23
$\Delta (1-\alpha)$		0,96–0,08	0,94–0,03	0,96–0,02	0,92–0,09	0,95–0,09

nem a nyerslisztörítés mechanokémiai hatásának következtében ($n = 1,05$). A folyamat előrehaladtával a CaCO_3 bomlási hőmérséklete fokozatosan csökken, azaz transzformációs konstansként a $\Delta 1/T$ fokozatosan növekedik. Egyidejűleg a II. fokozat bomlási sebessége jelentősen kisebb, mint a bázis és a nyersliszt mintáé, majd a bomlási sebesség fokozatosan növekedik az örvénykamra és a dopol beömlés jelű minták esetében.

A táblázat formálkinetikai adataiból meghatározva az E vs. n kapcsolat:

$$n = 0,0044 \cdot E - 0,8181 \quad r = 0,9699 \quad (10)$$

Az $\ln A$ vs. E kapcsolat pedig:

$$\ln A = 0,1085 \cdot E - 6,46; \quad \text{tg} \alpha = 6^\circ 11' 33'' \quad r = 0,9995 \quad (11)$$

A kinetikai állandók utólagos kiegészítéseként az utóbbi összefüggéshez szorosan kapcsolódik a [14] jelű hivatkozásban hiányolt, abban második szakaszként jelölt sebességi állandó és a közölt aktiválási energia felhasználásával számított $\ln A$.

Általánosan megállapítható, hogy a bemutatott hasonlósági kritérium felhasználásával számított hasonlósági állandók kvantitatív módon vannak összhangban az ipari gyakorlat minőségi tapasztalataival.

Összefoglalás

A homogén és heterogén fázisban zajló kémiai folyamatok egyaránt összetettek, és a kinetikai állandók meghatározásához ez az összetettség nem redukálható egy vagy néhány kiemelt tényezőre. Az aktiválási energia (E), a preexponenciális tényező (A), a reakciórend (n) szofisztikus mérő és számítási, statisztikai módszerekkel törtenő konstansszá transzformálása helyett a vizsgált folyamatok körülményfüggőségének a keresése jobban használható elméleti és gyakorlati eredményekhez vezet.

Konstans E helyett az E körülményfüggőségének vizsgálatához az $I_i = E_i/RT_i$ dimenzió nélküli hasonlósági kritérium bevezetése nyit lehetőséget. Az I hasonlósági kritériumban E a klasszikus, anyagra jellemző állandó értelmezésével szemben a termikus folyamat tényezőinek is egyenértékűen függvénye. Az I a reakciókoordináta, illetve a folyamat reciprok hőmérsékletének a függvényeként alkalmas a különböző körülmények között vizsgált kémiai reakciók teljes, illetve részleges hasonlóságának a kvantitatív kifejezésére. A hasonlóság a bázismérésre vonatkoztatott reciprok hőmérséklet, a folyamat

sebesség, valamint a reakciórend konstans különbsége a termikus folyamatok széles, gyakorlatilag az $(1-\alpha) = 0,95 - 0,05$ reakciókoordináta tartományában.

Analitikai tisztaságú CaCO_3 termogravimetriai (TG) mérései szolgálnak az I dimenzió nélküli hasonlósági kritérium ismertetésének modelljeként.

A mész- és cementiparban használt mészkövek és a gyártási folyamat közbeni anyagok TG méréseinek kvantitatív értékelése és összehasonlítása szemlélteti a hasonlósági kritérium gyakorlati alkalmazhatóságát, a CaCO_3 bomlási tulajdonságának a származás helyétől, a kémiai összetételtől, illetve a technológiai folyamat előrehaladásától függésének jellemzésével.

Irodalom

- [1] *Smother, W. J.-Yao Chiang*: Handbook of Differential Thermal Analysis. Ed.: Chemical Publishing Comp. INC. New York, 1966.
- [2] *Duval, C.*: Inorganic Thermogravimetric Analysis. 2. kiadás. Elsevier Publishing Comp., Amsterdam, 1963.
- [3] *Paulik, F.-Paulik, J.-Erdey, L.*: Z. Anal. Chem. 160, 241. (1958).
- [4] *Talabér, J.*: Opponensi vélemény Adonyi Z. Vizsgálatok „A perkapui gipszanhidrit ipari hasznosítása” c. kandidátusi értekezéséről. Kézirat. Budapest, 1962. 3.
- [5] *Van Krevelen, D. W.-Van Heerden, C.-Huntjens, F. J.*: Fuel, 30, 253. (1951).
- [6] *Adonyi, Z.-Kőrösi, G.*: Basic Influencing Factors in Thermal Analysis from Chemical Technological Aspects: on Sample Quantity and Kinetic Analysis. Thermal Analysis, Proceedings of the Fifty International Conference on Thermal Analysis, Kyoto, 1977. aug. 1-6. Ed.: H. Chihara, Kagaku Gijyutsu-Sha, Heyden Ltd., London. 477. 1977.
- [7] *Adonyi, Z.-Kőrösi, G.*: Thermochemica Acta, 60, 23. (1983).
- [8] *Šesták, J.-Berggren, G.*: Thermochemica Acta, 3, 1. (1971).
- [9] *Fong, P. H.-Chen, D. T. Y.*: Thermochemica Acta, 18, 273. (1977).
- [10] *Jian-Hua, Z.-Hong-Gou, L.-Ben-Gao, J.-Zhao-He, Y.*: Journal of Thermal Analysis, 39, 1431. (1993).
- [11] *Cremer, E.*: Adv. Catal. 7, 75. (1955).
- [12] *Adonyi, Z.*: Periodica Polytechnica Chemical Engineering, 11, No. 3-4. 319. (1967).
- [13] *Adonyi, Z.-Gyarmathy, Gy.-Kilián, J.-Székely, I.*: Építőanyag. 20, 11. sz. 401. (1968).
- [14] *Talabér, J.-Szijj, F.-Bocsi, I-né.*: Építőanyag. 32, 3. sz. 81. (1980).
- [15] *Jankó, A.*: Építőanyag. 38, 9. sz. 276. (1986).
- [16] *Talabér, J.-Szijj, F.-Berecz, K.-Kálmán E.*: Építőanyag. 34, 6. sz. 201. (1982).
- [17] *Talabér, J.-Zapp, E.-Szijj, F.-Berecz, K.*: Építőanyag. 34, 7. sz. 241. (1982).
- [18] *Böhme, K.*: VEB Mansfeld-Kombinat NSZK. (volt NDK). Közvetlen adatközlés. 1977. 1.
- [19] *Adonyi, Z.*: Journal of Thermal Analysis. 42, No. 2-3 491. (1994).
- [20] *Szűcs, E.*: Hasonlóság és modell. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 274. 1972.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS az ENSZ szakértői névjegyzékébe felvételre

Az ENSZ és szakosított szervezetei, köztük elsősorban az UNIDO (az ENSZ Iparfejlesztési Szervezete) állások betöltésére igénybe vehető szakértők körének bővítése érdekében kért magyar közreműködést.

A hagyományos műszaki területeken kívül

- ózonréteg elhasznált állományának pótlása,
- tisztítási technológiák,
- környezetvédelem,
- energiaforrások megőrzése,
- alternatív energiaforrások,
- privatizáció,
- kelet-nyugati közös vállalatok,
- hadiipar átállítása polgári termelésre

témakörökben. Specializált vagy gyakorlatot szerzett, felsőfokú végzettségű, az angol, a francia, az orosz, a portugál, a spanyol nyelvek valamelyikének jó színvonalú ismeretével, referenciákkal, a fejlődő országokban vagy a FÁK országokban tapasztalatokkal rendelkező szakértők jelentkezését várjuk az alábbi címre írásban, vagy telefonon:

TESCO (Galló Rozália)

1367 Budapest, Pf. 5/101, vagy

1149 Budapest, Nagy Lajos király útja 202-204.

Telefon: 251-4149, 251-2455

Fax: 251-1295, 153-1852

A néhány hetestől több éves időtartamú ENSZ-állásokra olyan szakértők pályázhatnak, akiket az ENSZ tisztviselője előzetes meghallgatás alapján javasol a szakértői névjegyzékbe felvételre.

Az interjúkat a TESCO szervezi, a legközelebbit várhatóan 1995. februárban tartjuk.

Az üvegcserép újrahasznosításának energetikai és környezetvédelmi előnyei*

Szabó István–Wesztergom-Szabó Gergely
Veszprémi Egyetem

Bevezetés

Az üvegcserép újrahasznosítása mind ökológiai, mind ökonomiai szempontból célravezető és előnyös. Az öblösüveg cserep újrafeldolgozása közel 20 évvel ezelőtt kezdődött, napjainkban pedig már a füstgáztisztításnál keletkező filterpor üvegtechnológiai hasznosítása kezd egyre nagyobb teret nyerni. A cserep és a filterpor recirkulálásával értékes nyersanyagok és olvasztási energia takarítható meg. Az alapnyersanyagokról az egyre nagyobb arányú cserepfelhasználásra való áttérés és a füstgázzűrőkben keletkező poroknak, mint adalékanyagoknak az alkalmazása új lehetőségeket kínál mind energiatakarékossági, mind környezetvédelmi szempontból. Természetesen gondot jelent a szennyező komponensek, mint például a fémek, a halogének, a szerves anyagok, vagy más redukáló anyagok jelenléte az üvegben, a reprodukálható üvegösszetétel és az üvegminőség megőrzése szempontjából.

Az üvegolvadék készítésénél a nyersanyag-reakciók entalpiája megtakarítható, ha cserepet használunk. Az energiamegtakarítás 100% csereparány esetén mészsóda-szilikát üvegeknél elérheti a 30%-ot [1, 2]. További előny, hogy az alkáli-oxidok nem mennek veszendőbe, kisebb a valószínűsége a hőcsereelőkh meghibásodásának is, mivel cserepadagolással csökken a por alakú nyersanyagkomponensek aránya a keverékben és így potenciálisan a távozó égéstermékben is [3].

1991-ben Németországban 63%, 1992-ben pedig 65% volt az újrahasznosított üvegcserep aránya, amely az utóbbi esetben elérte az évi $2,5 \times 10^6$ t mennyiséget. A holland (73%) és a svéd (72%) adatok még ennél is kedvezőbbek [1, 4].

A hulladék üveg feldolgozásánál, újraolvasztásánál keletkező filterpor önmagában egy nehezen kezelhető hulladék anyag. A kalcium-hidroxidos abszorpció után elektrosztatikus leválasztással vagy zsákszűrőkkel vonják ki a port a hulladék gázokból. A filterpor mennyisége közel 3 kg az olvasztott, vagy feldolgozott üveg 1 tonnájára számítva.

Az üveggyártás volumenétől függően az évi mennyiség elérheti a több ezer tonnát. A filterpor tárolása költséges, hasznosítása fontos eleme lehet a gazdaságos és környezetbarát üveggyártásnak.

Az üvegcserep újrahasznosítása bizonyítottan előnyös, szorosan összefüggő, összetett kérdéskört jelent mind energetikai, mind környezetvédelmi szempontból.

Minőségi követelmények

Nagy csereparányú olvasztásnál, amely szélső esetben elérheti a 100%-ot is, a színszerinti homogenitás mellett a tisztított cserepnek még számos más minőségi követelménynek is meg kell felelnie [5].

Az üvegcserep mérete (1–4 cm) előnyösen befolyásolja az olvadék tisztulási folyamatait. A kerámiadarabok, ha a méretük nagyobb mint 1 cm, nehezen tárthatók fel. A cserep kőtartalma nem haladhatja meg a 60 g/tonnát, a fém alumínium mennyiségét 6 g/tonna alá kell szorítani [6]. Az ólomszennyezés a kád aljának meghibásodását eredményezi, az üvegcserepből való eltávolítása elengedhetetlen. A cserep nedvességtartalmát (<1%) és szervesanyag tartalmát (papír, műanyag, cukor, zsír) is a lehető legkisebb (<0.1 kg/t cserep) értéken kell tartani.

Az üveghulladék nedves körülmények között való tárolása, „komposztálása” a szerves anyagok elbomlását eredményezi a műanyag kupakok és edények kivételével. A 22 °C-os cserep hőmérséklete a komposztálás hatására 29 °C-ra emelkedik 3 nap elteltével a kísérletek szerint [5], jelezve a bomlási folyamat megindulását. A 12 napig komposztált zöld cserepet megolvasztva a készített üveg fénytranszmissziója 380 nm-en a szárazon tárolt üvegmintából készíthető képest 60%-kal nagyobbak bizonyult.

Megállapítható tehát, hogy az üvegcserep szervesanyag-tartalmának eltávolítására kidolgozott csereptisztítási eljárásokon [13] túl, más lehetőség is van a papír-, cukor-, zsírszennyezés eltávolítására. Ily módon csökkenthető ezen anyagok redukáló hatása az olvasztás során.

*A XIII. Üvegipari Napokon, Budapesten, 1994. október 14-én megtartott előadás alapján készült.

A cserép szín szerinti homogenitása, tisztasága nagyban befolyásolja a kész üveg minőségét:

- fehér üveg esetén a megengedett színes üveg mennyisége: fehér min. 98,5%, zöld max. 0,4% és barna max. 1,0%;
- zöld üveg olvasztása esetén a zöld üveg mennyisége 85%, a fehéré max. 15%, míg a barnaé max. 2% lehet;
- barna üveg készítésénél a tisztított cserépben min. 95%-ban barna cserépnek és max. 5%-ban fehér és zöld cserépnek szabad lennie.

Az olvadék redoxállapotára a barna cserép mennyiségének a változása van a legkisebb hatással.

Energiatakarékosság

A csomagolóüveg előállításánál az energiaigényes folyamatok, műveletek a következők:

- a) a nyersanyagok előállítása, előkészítése, szállítása,
- b) az olvasztás,
- c) a formázás és egyéb műveletek.

Energiamegtakarítás az a) és b) esetben lehetséges a cseréparány növelésével.

A nyersanyagok közül a szintetikus szóda előállítása a legenergiaigényesebb folyamat. 1 kg szóda előállításához 10 MJ energia szükséges. Mivel a primer nyersanyagok közel 20%-a szóda, 1 kg kiindulási nyersanyag cseréppel történő helyettesítésével több mint 2 MJ energia takarítható meg. A cserépelőkészítés energiaigénye ezzel szemben csak 0,1–0,2 MJ/kg.

A cserép olvasztásakor a kémiai reakciókra nem kell energiát fordítani. 10% primer nyersanyag cseréppel történő helyettesítésével 2,5% olvasztási energia megtakarítás érhető el.

A cseréparány 100%-ig történő növelésével az 1550 °C-os olvasztási hőmérséklet is csökkenthető, mivel nem kell a homokot olvasztani, ugyanakkor a buborékképződés is kisebb mértékű.

Az energiamegtakarítás egyik különösen előnyös módja, a nyersanyagkeverék és a cserép előmelegítése füstgázokkal. Ezzel a módszerrel nemcsak a hőátadás mértéke növelhető, hanem az emisszió is jelentősen redukálható, ugyanakkor a cserép szervesanyag-tartalma is csökken. 1 m/s füstgázsebesség esetén a cserép és a gázok közötti hőátadás 5–10 J/(m²sK), amelyhez 20–30 min idejű cseréptartózkodási idő tartozik. A cserép a hőátadás eredményeként 350–400 °C-ra melegszik fel.

Környezetvédelmi előnyök

Az üvegcserep újrahasznosításának egyik legszembevetőbb előnye, hogy az üveganyag értéket képvisel, értékes új termékek készíthetők belőle [4, 12], és a kom-

munális hulladéktárolók idő előtti feltöltődése is elkerülhető. A cikk az ezeken az előnyökön túlmutató, további környezetvédelmi hatásokat igyekszik felvázolni.

Az üvegcserep másodnyersanyag hasznosításának hatásai

Üvegcserep alkalmazásával csökkenthető a füstgáz-emisszió mértéke az üvegolvasztás során.

Az NO_x-emisszió csökken, mivel a cseréparány növelésével a fajlagos energiafelhasználás csökken, és csökken a kemence-hőmérséklet is.

A CO₂-emisszió ugyancsak csökken, mivel kevesebb tüzelőanyagra van szükség, ugyanakkor a nyersanyagkeverék nem, vagy csak kis mennyiségben tartalmaz karbonátot.

Jelentős mértékben redukálható az SO_x is, mivel a gázfűtésű kemencéknél kevesebbet, vagy egyáltalán nem kell nátrium-szulfátot, mint tisztulást elősegítő anyagot adagolni.

A kemence hőmérsékletének csökkentésével a cserépben lévő fluorid, vagy klorid emissziója is csökkenthető. Kevesebb szódát kell adagolni, így a szódával bevitt kloridszennyezés mértéke is csökkenthető. Ugyancsak a kisebb kemencehőmérsékletnek köszönhetően kisebb mennyiségű nátriumvegyület párolog el.

A füstgázemisszió csökkentése érdekében a tisztított üveghulladéknak apró üvegszemcséket, porszerű üveget nem szabad tartalmaznia. Ez utóbbiak a felelősek a füstgázban szállított por 10%-áért.

Cserép előmelegítése füstgázokkal

Az üvegcserep-előmelegítők az energiatakarékosság mellett a füstgázkomponensek megkötésére is alkalmasak. A fluoridok 40–80%-a, a kloridok 30–65%-a képes a cserép felületén lévő nátriumionokhoz kötődni. Az SO_x füstgáz komponens viszont szinte alig abszorbeálódik a cserépen.

Az összportartalom a cserép-előmelegítő után csekély mértékben megnövekszik, mivel kis üvegrészecskéket, vagy szerves anyagokat visz magával a füstgáz a cseréprétegből.

Az elemzések szerint a cserépen áthaladt füstgáz nátrium-szulfát mennyisége közel 25%-kal csökken.

A füstgáz CO-tartalma a cserép-előmelegítés első órájában jelentősen megnő, feltehetően a cseréphez tapadt szerves anyagok elégeése következtében. A cserép szervesanyag-tartalmának 50–70%-os csökkenése is ezt látszik igazolni [5].

A filterpor-hasznosítás

A környezetvédelmi előírásoknak megfelelően csak kis gáz- és portartalmú füstgázok hagyhatják el az üvegyárak kéményeit. A füstgázok kén-dioxid-; kén-trioxid-; sósav-, hidrogén-fluorid- és szeléntartalma kalcium-hidroxiddal

vagy nátrium-karbonáttal (könnyű szóda) köthető meg. Az abszorberek után a por elektrosztatikus porleválasztással vagy zsákszűrőkkel távolítható el. Ezek az anyagok a következők lehetnek: kalcium-szulfát, kalcium-karbonát, kalcium-klorid, kalcium-fluorid, nem reagált kalcium-hidroxid, nátrium-szulfát, nátrium-klorid, nátrium-fluorid és nem reagált nátrium-karbonát [1].

Nagy fluorkoncentrációjú füstgáz esetén kalcium-hidroxid használata előnyös, az abszorpciós hatások eléri a 90%-ot. Szódát alkalmazva fluorvegyületek megkötésére a hatékonyság alig éri el a 30%-ot. Ez utóbbi első sorban a klorid megkötésében hatásos.

A gyakorlati eredmények azt mutatták [7], hogy a nátrium-szulfát és a kalcium-szulfát tisztulást elősegítő adalékanyagként adható a nyersanyagkeverékhez. A 90%-nál több cseréppel dolgozó olvasztómű esetén a kalcium-szulfát kevésbé előnyös, mivel a keverék kevés szódát tartalmaz, így nincs lehetőség a kalcium-szulfát nátrium-szulfáttá való alakulására.

A szűrőporok összetételét ellenőrizni kell [8], mivel a szulfátok mellett nehézfémeket és halogéneket is tartalmaznak, amelyek feldúsulhatnak az üvegtérmekekben. Nehézolajfűtés esetén nikkel és vanádium, továbbá ólom, kadmium, titán, ón, szelén, kloridok és fluoridok feldúsulásával kell számolni.

Külön említést érdemel a filterporok redoxállapota mivel szulfitok és szulfidok is megjelenhetnek a szulfátok helyett. A cserép szerves szennyezései és a szűrőpor redukáló hatása elnytelenül befolyásolhatja az üveg homogenitását és a termék reprodukálhatóságát. Ilyen esetekben fontos tehát az üvegolvadék redoxállapotának állandó ellenőrzése [9].

Mész-szóda-szilikát üvegeket redukált körülmények között olvasztva [10] kisebb rugalmassági modulusú termékek gyárthatók. Ezek kisebb keménységűek és kevésbé törekenyek, húzószilárdságuk nagyobb, mint az oxidációs körülmények között gyártott üvegeké.

Az üvegek megmunkálhatósága a redoxfeltételeken

kívül még további, az üvegszerkezetűtől függő paramétereiktől (pl. fázisátváltási hajlam, mikrokristályképződés, inhomogenitás) függ [11]. A filterpor hasznosításánál ezekre a szempontokra is figyelemmel kell lenni.

Összefoglalás

Az öblösüveg-cserép újrahasonosítása mind környezetvédelmi, mind energetikai szempontból előnyös. Fontos szem előtt tartani, hogy a háztartási üveghulladék ismételt hasznosításához kapcsolható, az anyag- és energia-takarékosságot növelő cserép-előmelegítési, füstgáztisztítási és filterpor-hasznosítási megoldások csak a mindenkori üvegtérmekek-minőség megőrzése mellett alkalmazhatók.

Irodalom

- [1] Schaeffer, H. A.: *Chimica Chronica, New Series*, 23. 21–29. (1994).
- [2] Trier, W.–Lauter, J.–Schumacher, L.: *DGG, Fa-Bericht No. 71* (1978).
- [3] Reynolds, A.: *Proc. First ESG Conf. Sheffield* 247. (1991).
- [4] Szabó I.: *Építőanyag*, 46, 3. 71–76. (1994).
- [5] Enneking, C. Q. M.: *Glastech. Ber. Glass. Sci. Technol.* 67, 6. 55–58. (1994).
- [6] Dalmijn, W. L.: *Glass International*, June 1986. 51–56.
- [7] Bachmann, G.–Drexler, H.: *Glastech. Ber.* 65, 61. (1992).
- [8] Trier, W.: *Glastech, Ber.* 60. 225. (1987).
- [9] Müller-Simon, H. Mergler, K. W.: *Glastech. Ber.* 61. 293. (1988).
- [10] Hessenkemper, H.–Brückner, R.: *Glastech. Ber.* 63. 244. (1990).
- [11] Geotti-Bianchini, F.: *Glastech. Ber.* 65. 306–329. (1992).
- [12] Csozánki A.–Csozánki T.–Szabó I.–Wesztergom-Szabó G.: *Eljárás mikro- és makroelem tartalmú keramizált frit előállítására selektív háztartási hulladékból mezőgazdasági célra. Találmányi bejelentés P 94 01649/1994.*
- [13] Rosenthal, J.: *Chimica Chronica, New Series*, 23. 31–37. (1994).

A lapot

Magyarország legnagyobb médiafigyelője a



» **OBSERVER** «

MAHIR OBSERVER MÉDIAFIGYELŐ KFT.

1091 Budapest, IX. Üllői út 51.

Tel.: 215-4713, 215-3421, 215-9932, Fax: 216-0688, 215-9934

rendszeresen szemlézi

Az építőiparban alkalmazott kovasavészteres kőszilárdítók hatásmechanizmusának vizsgálata és értékelése

Kollár György–Tonk Emilné–Zádor Mihály
Budapesti Műszaki Egyetem

Előzmények

A kőhomlokzatok felületvédelmének és konzerválásának sok éves tapasztalata szükségessé tette a kőkonzerváló anyagok építőipari alkalmazásának értékelését és kritikai vizsgálatát.

Az 1988-as Bautenschutz und Bausanierung című folyóiratban (továbbiakban BB) [1] Sasse professzor és munkatársai egy igen értékes dolgozatot publikáltak. Ebben a kőépületek anyagánál használatos kövek felületvédelmére és konzerválására a polimer típusú műanyagok kutatását szorgalmazták, mert a sziloxán kötésű vegyületeknél (szilikonok és szilészterek) sok meghibásodás és negatív tapasztalat vált ismertté. A meghibásodások néhány oka szintén olvasható a Bautenschutz und Bausanierung című folyóiratban [2]. A szilikonok kérdését e helyen csak érinteni fogjuk, mert az elmúlt években az építőipar, illetve a műemlékvédelem – állagmegóvás céljából – alkalmasnak ítélte a csupán hidrofób hatást biztosító felületvédelmet, például a szilikonos kezelést is. E módszer fogyatékoságára is felhívták a figyelmet az említett folyóiratban [2].

Ez tette szükségessé, hogy mielőtt kutatómunkánkat ismertetnénk, a *csupán* hidrofób hatást biztosító eljárásoknak kritikai értékelését adjuk. A korrózió elleni védelemnek ugyanis szintén *egyik* alapvető, de nem kizárólagos követelménye a hidrofobitás: *ez önmagában magyarországi körülmények között nem ad, nem adhat tartós védelmet*. Ez nemcsak a szakirodalom ítélete [2], hanem saját vizsgálataink is ezt igazolták [3].

Bebizonyosodott, hogy csupán a hidrofobizáló szilikonos védőbevonatok ideje lejárt, mivel néhány előnyös tulajdonságuk ellenére

- nem biztosítható a hidrofobizálásnál szükséges homogén, *szilárd* alapfelület;
- tartósságuk korlátai, illetve annak okai is világossá váltak a kutatómunkánk során [3];
- körülbelül húsz év tapasztalatainak elemzésével kiderült, hogy a gyári prospektusok előírásai szerinti ismételt kezelésre nálunk nem került sor, és ezt az épületek tulajdonosai, illetve kezelői nem végeztették el;
- ma már nem áll fenn a korábbi probléma, hogy nem tudunk – azonos technológiai követelmények és *költség* mellett – tartósabb anyaggal megfelelő időálló védelmet biztosítani a kőhomlokzatok és egyéb kőfelületek helyreállításánál.

Bevezetés

Kutatómunkánk elindítását elsődlegesen a sziloxán kötésű vegyületek megítélése [2] motiválta. Mivel a Bautenschutz und Bausanierung folyóirat Magyarországon nem hozzáférhető, szükségesnek tartjuk, hogy a sziloxán kötésű vegyületek (szilíciumorganikus hidrofobizálószer, szilikonok és kovasavészterek) fogyatékoságait e helyen is szó szerinti fordításban közöljük, ez a [2] hivatkozásban olvasható:

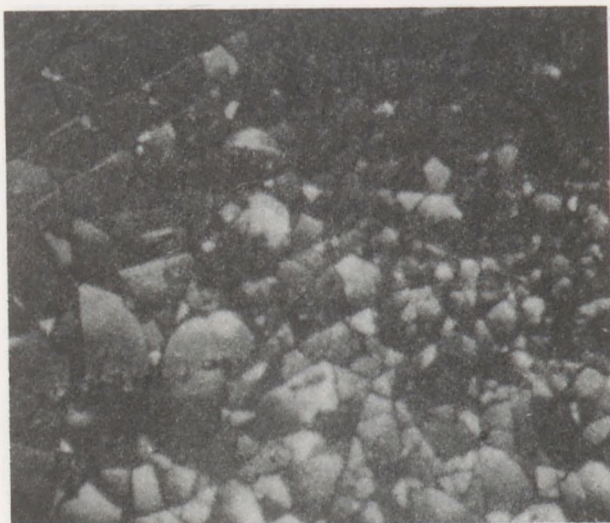
Az eddig alkalmazott védőanyagok és helyreállítási eljárások hátrányai. Szerves szilíciumvegyület alapú hidrofobizáló szerekkel történő védelem esetén a pórusok falain általában nem alakul ki a diffúzió számára áthatolhatatlan filmréteg. A környezet nedvességtartalmával egyensúlyban álló szorpciós víz továbbra is eljut a kötőfázisig, ahol kémiai és fizikai támadást indíthat. Ezáltal az egyik alapkövetelménye nem teljesül.

A kovasavészterekkel történő szilárdításnak terjedelmes irodalma van. Különösen hátrányos a kikeményedési és száradási reakciók következtében fellépő és jellemző szekunder pórusképződés, az amorf szilikagél rendkívül nagymértékű ridegsége, és nem utolsósorban a ki nem zárható és a pórusszerkezettől függő, az átitatott peremrégiók E-modulját túlságosan megnövelő szerkezeti tömörülések.

A szilikonokkal végzett kutatómunkánk során az építőipari szempontból lényeges negatív tulajdonságra már számítottunk, és ezek okait elméleti oldalról is tisztáztuk [3], a továbbiakban a kovasavészterek hatásmechanizmusának egzakt felderítését láttuk szükségesnek, mert az előzőekben közölt fordításunkban feltételezések is olvashatók. Pontosabban fogalmazva: szükségesnek tartottuk *mérésekkel meghatározni*, hogy a kovasavészterből keletkezett gél mennyi ideig van jelen, és *mennyi idő alatt bomlik el*. A gél ugyanis repedezik és zsugorodik, ez pedig a kovasavészter szilárdító hatását szükségszerűen csökkenti.

Szemléltetni akarván a gél állapotát, repedési és zsugorodási sajátságát, egy üvegtálba kovasavésztert öntöttünk. Az anyag márkanéve Steinfestiger-H volt. Az *I. ábrán* látható fénykép a kiöntést követő hónap eltelte után készült.

A kereskedelmileg forgalmazott kovasavészterek közül a Magyarországon is előszeretettel alkalmazott Steinfestiger márkajelű anyagféleségeket választottuk. Vizsgálati anyagunk volt a csak szilárdító hatású Steinfestiger-OH és a hidrofobitást is adó Steinfestiger-H. Irodalomban használatos jelölésük gyakorta: KSE-OH és KSE-H.



1. ábra

A kovasavészterből keletkezett gélréteg repedezettsége és zsugorodása 1 hónapos korban kétszeres nagytűzésben.
Az anyag márkaneve: Steinfestiger-H

Termoanalitikai vizsgálatok

A termoanalitikai vizsgálatokat dr. Liptai György egyetemi tanár és munkatársai (Kenessey Gábor okl. vegyész-mérnök és Gulyás Józsefné technikus) végezték. Az eredmények kritikai értékelése közös feladatuk volt. Az észter kémiai kötési mechanizmusánál a folyamat első lépése az észter hidrolízise, melyet egy gélállapot kialakulása követ. Ismerve a gélállapot kémiai viselkedését, úgy gondoltuk, ennek időbeli változása a szilárdító hatás alapvető tulajdonsága. A gélállapot mennyiségének időbeli változását termoanalízissel vizsgáltuk.

A termoanalitikai vizsgálatok a hőmérséklet hatására bekövetkező fizikai változásokat regisztrálják. A termogravimetriás mérések (TG) az anyag tömegváltozását kísérik nyomon a hőmérséklet függvényében. A derivatív termogravimetriás (DTG) vizsgálatoknál a tömegváltozás sebességét, azaz a TG-görbe idő szerinti első deriváltját regisztrálják. A vizsgálati mintán belüli entalpia változásokról (ami sokatmondó adatokat szolgáltat) a differenciál termoanalitikai (DTA) mérések adják az információt.

A vizsgálatoknál 500 mg volt a bémért minta, 10 °C/perc felfűtési sebességgel dolgoztunk, és 1000 °C-ig mértünk; a mintatérben lévő levegő nyomása egy atmoszféra volt. A vizsgálatok a KSE-OH és KSE-H kötőanyagú mintákon történtek. Mészkeőrlémenyt használtunk az anyagok hordozójára. Ennek oka a mállott kő imitálása, továbbá a kőszilárdító anyagokat zömében durvamészkeőből készült épületeken alkalmazzák.

A vizsgálatokhoz használt minták habarccszerű anyagból készültek, ezekből hasábokat formáltunk. A szilárdulást követően néhány hét múlva a hasábokat sa-

ját kötőanyagukkal ismételtelen kezeltük. Ezt követően mintegy három hét múlva kezdődtek a vizsgálatok, a fentiek szerint készített kétféle kötőanyaggal készült mintákon.

Jól lehet, a kezelőszer hordozójának anyagfélesége a jelen mérőssorozat szempontjából gyakorlatilag közömbös, a mézkeő anyagú hordozót azért választottuk, mert részletes összehasonlító vizsgálatokat is végeztünk különféle kőszilárdítókkal, és ezek a vizsgálatok is mézkeőköveken történtek, hiszen a magyarországi műemlékek körülbelül 80%-a is mézkeőféleségből készült. (Ezen vizsgálatokat egy másik közleményben tárgyaljuk.)

A kezeletlen mézkeő csak 800 °C környezetben kezd termikusan bomlani, CO₂ távozása mellett égetett mézszé (CaO) alakul át.

A kovasavészterekkel kezelt mézkeőrlémeny görbéjén a kezelőszer hatására közel 500 °C-ig terjedő hőmérséklet-tartományban két, elhúzódó, de jól elkülönülő bomlásfolyamat jelentkezik a TG-görbén. Az első endoterm hőeffektusú lépcső 50-150 °C hőmérséklet-tartományban van, ez a víz eltávozásához rendelhető. Ez a víz kisebb részben a levegő nedvességéből a tárolás során juthatott a mintába, nagyobb része azonban a gélállapotú kezelőszerből származik, mely a gélállapotból a hidroxilcsoportok protonfelvétele és vízkilépése mellett eltávozik a mintából.

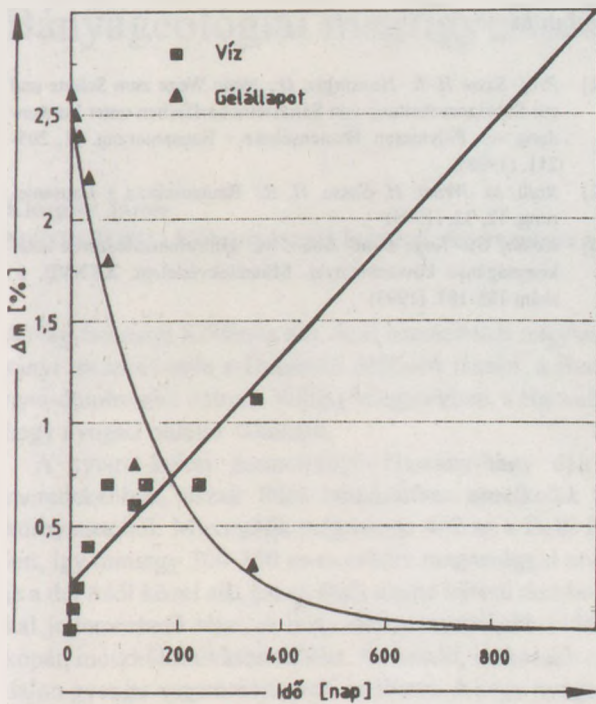
A kezelőszer termikus bomlása tehát a 150-450 °C hőmérséklet-tartományban megy végbe. A mézkeő kezelőszerének bomlása 450 °C felett szűnik meg, ettől kezdve a TG-görbe a kezeletlen mézkeőrlémeny görbéjével esik egybe. Mivel a mézkeő termikus bomlása gyakorlatilag csak 800 °C körül indul meg, a gél elbomlása (450 °C hőmérséklet felett) egy körülbelül 300 °C hőmérséklet-intervallumban tömegváltozást nem jelez a TG-görbe.

A TG-görbében jelentkező két jól megkülönböztethető lépcsőből számított tömegvesztések jellemzők a vizsgált anyag tulajdonságaira.

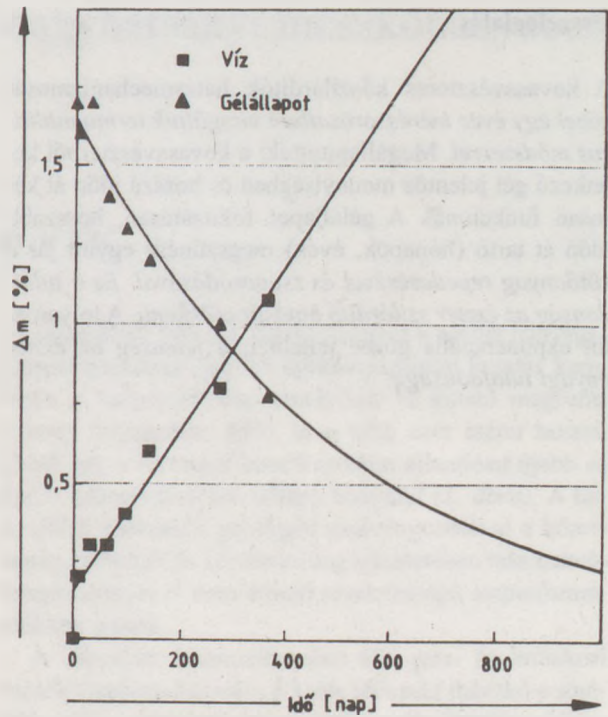
A vizsgálni kívánt jelenségek tehát a TG-görbék első két lépcsőjére korlátozódnak, az ezekből számítható tömegvesztés (Δm [%]) százalékos értékeit adjuk meg az idő függvényében a 2. és 3. ábrákon.

A próbatestek kezelése után tehát kívártuk a néhány hetes kötési időt. Ez jelenti a 2. és 3. ábrák időtengelyének 0 pontját. Az időtengelyen jelzett napok száma a soron következő vizsgálati időpontokat mutatják. A vizsgálatok mérőssorozata közel egy évig tartott.

Mind a két vizsgálati minta ábráján látható, hogy az első folyamatban elbomlott anyag mennyisége a kezeléstől számított idő függvényében nő, amely a diagramon egyenest ad. A kezelőszer változásához rendelhető második folyamat tömegvesztése csökken, az adatok – amint erre még visszatérünk – egy exponenciális görbén helyezkednek el. Az észter kötési mechanizmusának időrendi változását tehát a tömegváltozások adatai jól mutatják.



2. ábra



3. ábra

A TG-görbék mérési adatait jelző pontokra a legjobb illesztésű görbét számítógéppel elemeztük, és a legkisebb négyzetek módszerével illesztettük. Ezeket mutatja a 2. és a 3. ábra. Az ily módon kapott görbék lehetővé teszik, hogy a gélállapot csökkenésére extrapolációval is következtetni lehessen, továbbá meghatározhassuk, hogy a kovasavészteres kezeléstől számított idő után (napok, évek) mekkora még a jelen lévő gélnek a mennyisége.

A görbék jellege a számítógépes analízis szerint exponenciális, így tehát a gélállapot teljes megszűnéséről egzakt értelemben nem is beszélhetünk. A gélállapot mennyiségének elhanyagolása, ami a gyakorlat szempontjából a „megszűnés” fogalmával lehetne azonos, sok hónapos, esetleg több évre is tehető. Ez azt jelenti: a gélállapot megszűnési folyamatában biztosnak vehető a szilárdító hatás csökkenése, a gél repedezése és zsugorodása következtében. E tény kézenfekvő, mert a repedezési helyeken az adhéziós erők elszakadnak, vegyérték-erők pedig – ellentétben a homokkövekkel – ki sem alakulhatnak, mert a mészkövekben a karbonátion elektronhéja konjugált szerkezetű, így a vegyértékek (vegyérték-erők) nem is jöhettek létre.

A vizsgálati eredmények összegzése

1. Megvizsgáltuk a kovasavészteres kezeléseket (Steinfestiger-OH és Steinfestiger-H) hatásmechanizmusának alapvető tulajdonságát: a kezelőszorból ke-

letkezett gélállapotú anyag jelenlétének változását az idő (nap, hónap, év) függvényében.

2. A számítógépes analízis szerint a vizsgált mintáinkon a változás exponencialisan csökkenő folyamatot jelez. Más szóval: a gélállapot teljes megszűnése egzakt értelemben csak végtelen hosszú idő eltelte után következik be.
3. A gélállapot teljes, a gyakorlat szempontjából való megszűnésének ideje esetlegesen 1-2 év is lehet.
4. Mivel a gélállapot (struktúra) hosszú időn át (hónapok, évek) bomlik, vagyis repedezik és zsugorodik, ez az észter szilárdító hatásának folyamatos csökkenését eredményezi.

Termogravimetrikus vizsgálataink – összhangban az 1989-es németországi [2] megállapításokkal – bizonyították a szilikonos kezelés fogyatékosságait, és azt, hogy a kovasavészter szilárdító hatása a kezelést követően szükségszerűen csökken; ez az elvárt és az első hónapokban mért paraméterek (például szilárdító hatás, hidrofobitás) szükségszerű romlását eredményezi. Mindezek számszerűsítése, összehasonlító vizsgálatok keretében másik, soron következő közleményünkben kerül ismertetésre.

Vizsgálatainkat – homokköveket imitálva – a fenti kísérletekhez hasonlóan homokhordozón is elvégeztük.

A termoanalitikus görbék jellege és időrendi változása megegyezett a mészkőörleményből készült minták vizsgálati adataival. A 4. pont szerinti megállapításaink ezért általános érvényűek.

Összefoglalás

A kovásvészteres kőszilárdítók hatásmechanizmusát közel egy éves mérésorozatban vizsgáltuk termoanalitikus módszerrel. Megállapítottuk: a kovásvészterből keletkező gél jelentős mennyiségben és hosszú időn át károsan funkcionál. A gélállapot fokozatosan, hosszabb időn át tartó (hónapok, évek) megszűnése együtt jár a kötőanyag repedezésével és zsugorodásával. Ez a tulajdonság az észter szilárdító hatását csökkenti. A folyamatot exponenciális görbe jellemzi; a jelenség az észter anyagi tulajdonsága.

Irodalom

- [1] Prof. Sasse H. R.-Honsinger, D.: Neue Wege zum Schutz und zur Substanzerhaltung von Sandsteinoberflächen unter Verwendung von Polymeren. Bautenschutz + Bausanierung. 11, 205-211. (1988)
- [2] Roth, M.-Weber, H.-Sasse, H. R.: Bautenschutz + Bausanierung. 12, 32. (1989)
- [3] Kollár, Gy.-Tonk, E.-né-Zádor, M.: Hidrofobizálószeres hatékonyságának követelményei. Műemlékvédelem. XXXVII, 3. szám 185-187. (1993)

CERMAT '95

Anyagok, technológiák és új lehetőségek a kerámia alkalmazásában. Kiállítás és Konferencia: 1995. október 3-7 között Riminiben

ECERS

Az Európai Kerámia Társadalom 4. Tudományos Konferenciája Találkozás és Kiállítás: 1995. október 2-6 között Riccioneban

Szervező:
Rimini Trade Fair Corporation (Italy)
Via della Fiera, 52
I - 47037 Rimini
Ph. Italy-541-711.711
Fax Italy-541-786.686



**KERÁMIA
ÉS TÉGLAI PARI
GÉPEK
TECHNOLÓGIÁK
NEMZETKÖZI
KIÁLLITASA**

**Kiállítási Központ:
Rimini (Olaszország)
Kiállítás időpontja:
1995. október 3-7**

Bányageológiai megfigyelések a nagyharsányi mészkőbányában

Klespitz János

MININFORG Kőbányászati Tervező, Szervező és Szolgáltató Kft.

A Nagyharsányi Kőbánya Kft. által üzemeltetett nagyharsányi mészkőbánya a Dunántúl délkeleti részén, a Baranyai-dombságtól délre, a Villányi-hegységben, a Harsány-hegy nyugati oldalán található.

A nyugat-keleti gerincirányú Harsány-hegy délről meredekebben, észak felől lankásabban emelkedik ki környezetéből. Maximális magassága 442 m a Balti felett, így mintegy 300-350 m-es relatív magassággal uralja a dél felől közel sík, észak felől enyhe lejtésű dombokkal jellemezhető tájat. A hegy déli, meredekebb oldala kopár, mészkőkibúvásos terület. Az északi, lankásabb oldalon gyenge vegetációjú erdő található. A hegy nyugati részén lévő bányában több szinten – 150 és 325 m Baltitenger magasságértékek között – folyt, illetve folyik a mészkő kitermelése (1. ábra).

A Nagyharsányi Kőbánya Kft. által művelt Harsány-hegy kőzetanyagát a Magyar Állami Földtani Intézet által kiadott (1984) 1:500 000-es földtani térkép alapján középső-felső jura szürke és vörösbarna ammoniteszes gumós mészkő, szürke, pados mészkő és alsó-középső kréta orbitolinás, pachyodontás mészkő, foraminiferás márga alkotja. A hegy északi előterében középső-triász szürke, gumós, lemezes dolomit települ.

A triász-, jura- és krétakori képződmények a tektonizmus eredményeként nyugat-keleti irányú pásztákban mutatkoznak. A hegy déli oldalán kréta, a gerincén és attól kissé északabbra jura, majd a Harsány-hegy északi előterében már triász karbonátos kőzetek képezik a hegyet, illetve az alaphegységet (2. ábra). A hegy északi és déli előterében a felszínen negyedidőszaki üledékek találhatóak.

A terület részletesebb földtani és bányageológiai ismeretességét a felszíni kőzetkibúvások, a kutató magfúrások, de leginkább a bányafalak tették, illetve teszik lehetővé.

A mészkőkibúvások elsősorban a hegy gerincén és déli oldalán mutatkoznak felszínre kibukkanó rétegfejek formájában. A meredeken kiemelkedő Harsány-hegy nagy relief energiával rendelkezik, melynek következtében az erózió a fedő üledékeket, főleg a déli oldalon lepusztította. Ennek következtében kerültek a felszínre a déli irányba meredeken dőlő mészkőrétegek, rétegfejek, melyek tanulmányozása hasznos előzetes információkkal (kőzetanyag, település stb.) szolgál. A kibúvásban mutatkozó mészkőrétegek és -padok erősen karsztosodtak, úgynevezett ördögszántást alkotva. A felszíni kibú-

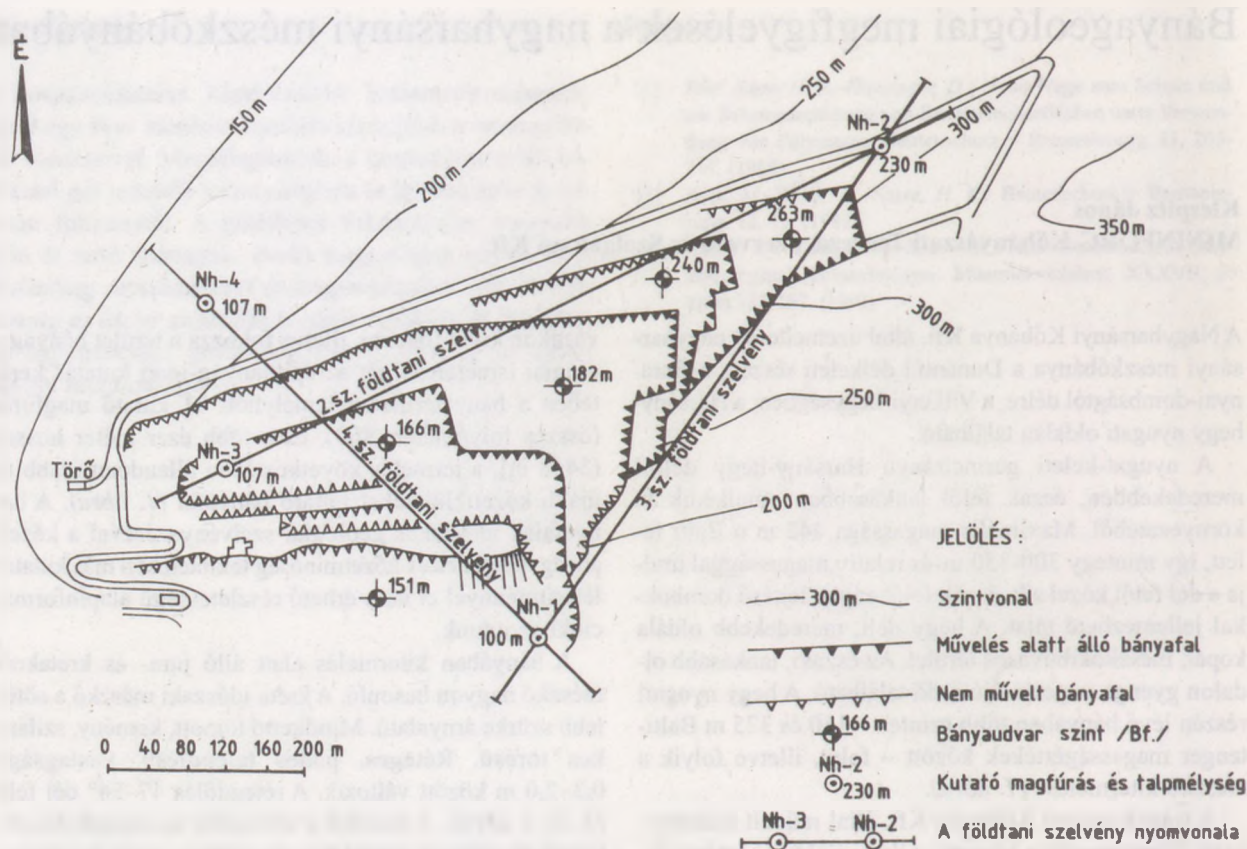
vásokon kívül fokozta, illetve fokozza a terület bányageológiai ismeretességét az építőanyag-ipari kutatás keretében a bányaterületen lemélyített 11 kutató magfúrás (összes folyóméter: 800), és a több ezer méter hosszú (3448 m), a termelés következtében állandóan újabb és újabb kőzetfelületeket feltáró bányafal (1. ábra). A bányafalak időszakos geológiai szelvényezésével a kőzetanyag, település és kőzetminőség tekintetében más kutatólétesítménnyel el nem érhető részletességű alapinformációkhoz jutunk.

A bányában kitermelés alatt álló jura- és krétakori mészkő nagyon hasonló. A kréta időszaki mészkő a sötétebb szürke árnyalatú. Mindkettő tömött, kemény, szilánkos törésű. Réteges, pados településű, vastagsága 0,3–2,0 m között változik. A rétegdőlés 47–54° dél felé (3. és 4. ábra). A mészkő a tektonikai mozgások következtében változó mértékben töredezett, majd kalcitosodott. Legnagyobb mértékű a töredezettség és az azt követő kalcitosodás a törések mentén és a morzsolt zónákban, ahol mészkőbreccsia is előfordul.

A kalcit a kőzet repedéseiben áramló oldatokból a fizikai- és kémiai körülmények változásának eredményeként vált ki. A bányageológiai megfigyelések alapján a kalcitosodás a tektonikai törések, a réteglapok mentén és a mészkő szabálytalan töréshálózatában (5. ábra) mutatkozik. Az eddigi tapasztalat alapján egy észak-déli irányú törési zónában a kalcitkitöltés vastagsága a 0,3 m-t is elérte. A nagyobb hasadékat kitöltő kalcitkiválásokban megfigyelhető a szalagos kifejlődés (5. ábra).

A korábban kikristályosodott – a kőzethasadék falához közelebbi – kalcit barna, vörösesbarna színű, majd az azt követő kalcitgeneráció már fehér, sárgásfehér, durvább kristályos. Esetenként a legutoljára kiváló hófehér aragonit is változatossá teszi a nagyharsányi bánya mészkőveinek CaCO₃ kiválásait. A változatos megjelenési mód mellett a kalcitok színe se egyhangú. Hófehér, sárga, halványvörös és vörösesbarna színváltozatokban mutatkoznak. A törések mentén nem csupán kalcitosodás, de kioldási üregek is előfordulnak (6. ábra).

A mészkő egyenetlen rétegfelületei között az agyagkitöltés esetenként az 5-8 cm-t is eléri. A mészkőben a réteglapokkal közel párhuzamosan 1-2 mm vastagságú, vörösgyag kitöltésű, hullámos felületű kőzetelválások figyelhetők meg. Hasonló jellegű mikrofelületek a réteglapoktól távolodva is mutatkoznak a kőzetben, csökkenő mértékben egyre változatosabb dőlésirányokkal.

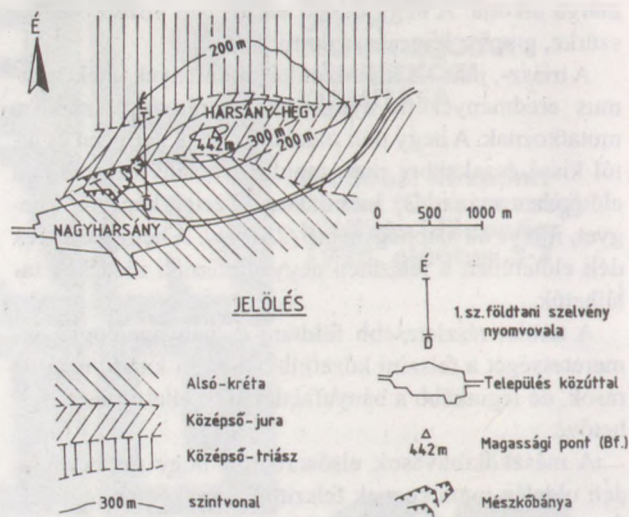


1. ábra
A nagyharsányi mészkőbánya térképészete a földtani szelvények nyomvonalával

A jura- és krétakori mészkő határfelületén a réteglapok között bauxitos agyag, illetve bauxit települ. A bauxitindikáció lencseszerű településben mutatkozik. Helyenként elvékonyodik, máshol lencseszerűen kivastagodik (3. ábra). Az 1990-es évben a 265 m B. f. szinti bányafallal feltárt bauxitos agyaglencse legnagyobb vastagsága elérte a 10 m-t. A bauxitos zóna dőlése a mészkő dőlésével megegyezik, ami 47-54° déli irányba. A bauxitos zóna csapása közel kelet-nyugat irányú, a Harsány-hegy gerincével lapos szöget zár be. Így a mészkőbányától keletre már a Harsány-hegy déli oldalán húzódik kelet felé (2. ábra).

A bauxit, bauxitos agyag genetikájáról röviden: a szárazulatra került jurakori mészkő felszínén kialakult karsztos mélyedések feltöltődtek bauxittal, illetve bauxitos vörösgyaggal. Az ezt követő krétakori tenger transzgressziójának (tengerelöntésének) eredményeként a kréta karbonátos összlet rátelepült a jurakori mészkőre, illetve a helyenként meglévő bauxitra. Az így létrejött juramészkő, bauxit és krétamészkő alkotta blokk a tektonikai erők hatására megbillent, melynek eredményeként kialakult a kőzetek jelenlegi települési módja (7. ábra).

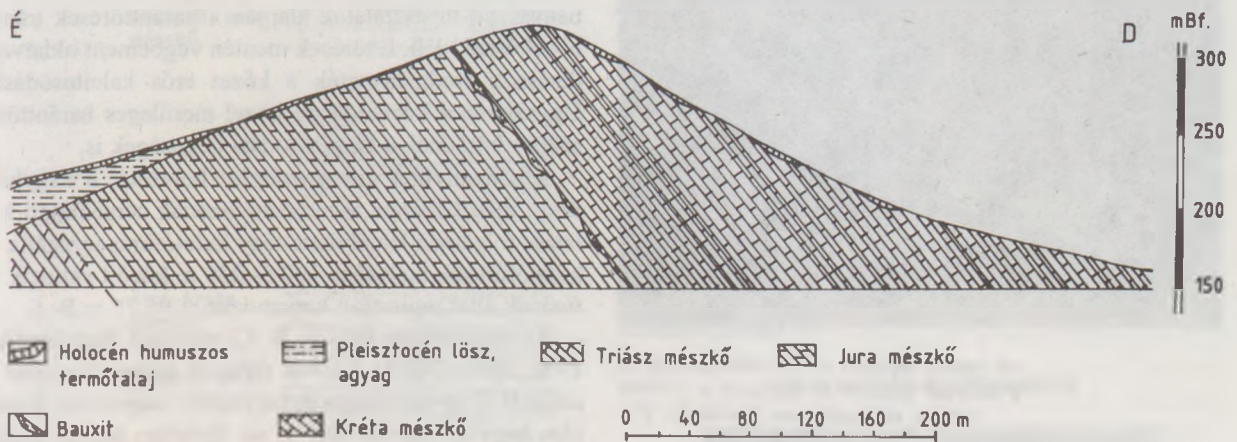
A bányaterületen a Harsány-hegy északi oldalán a 250-180 m B. f.-i szinten a jurakori mészkővön lösz eredetű pleisztocén üledékek találhatóak a holocén termőtalaj alatt. A fedő üledékösszlet északi irányba, a lejtő felé



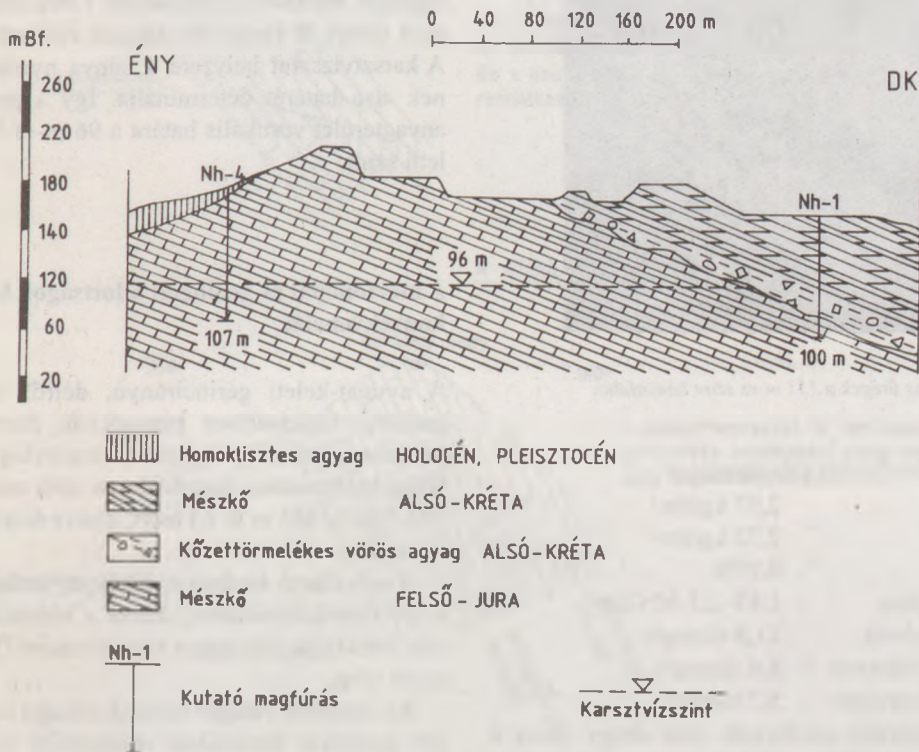
2. ábra
A nagyharsányi mészkőbánya vázlatos helyszínrajza és az alaphegység fedetlen földtani térképe

fokozatosan kivastagodik. Az üledékösszlet alsó részén a jura alaphegységre 1,0-2,0 m vastag mészkőbreccsia és mészkőtörmelékcses agyag, a Harsány-hegytől távolodva a medence mélyebb részein 10 m-t is elérő édesvízi dur-

A HARSÁNY-HEGY NYUGATI RÉSZÉNEK ÉSZAK-DÉL IRÁNYÚ FÖLDTANI SZELVÉNYE



3. ábra
A Harsány-hegy nyugati részének észak-déli irányú földtani szelvénye (1. sz. földtani szelvény)



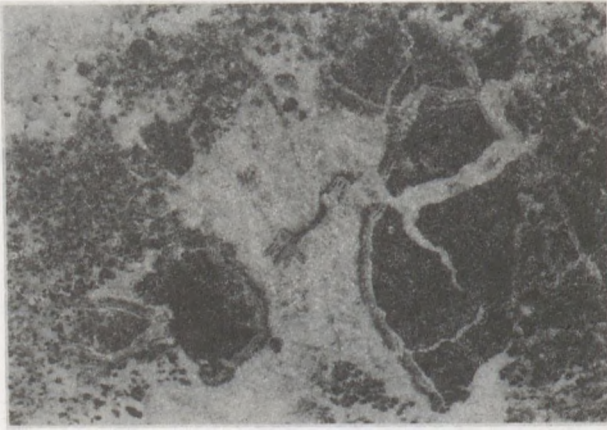
4. ábra
A nagyharsányi mészkőbánya 4. sz. földtani szelvénye

vamészkő települ. Feljebb sovány agyag, sovány és kövér agyag, majd agyagos homokliszt és homoklisztes homokrétegek mutatkoznak.

A bányaterületen a Harsány-hegy északi oldalán meglévő üledékösszletre összefoglalóan megállapítható, hogy alul agyagosabb, felfelé fokozatosan szemcsésebb rétegek települnek. Az üledékösszlet vastagsága 0,0-45,0 m között változik, észak felé, a medence mélyebb része irányába, fokozatosan vastagodva.

A nagyharsányi mészkőbánya nyersanyagterületén vett 20 mészkőminta kémiai összetétele

	Minimum %	Maximum %	Átlag %
CaO	54,88	55,54	55,34
MgO	0,10	0,10	0,10
R ₂ O ₃	0,28	1,20	0,56
SiO ₂	42,92	43,34	43,25
Savoldási maradék	0,09	1,89	0,42



5. ábra
Kalcitosodás a töréshálózat mentén



6. ábra
Karsztos üregek a 151 m-es szint bányafalán

A mészkő közetfizikai tulajdonságai	
térfogatsúly	2,67 kg/dm ³
fajsúly	2,72 kg/dm ³
vízfelvétel	0,25%
nyomószilárdság	1,67–2,2 MN/dm ²
Los Angeles-érték	21,9 tömeg%
Deval-érték szárazon	8,6 tömeg%
nedvesen	5,2 tömeg%

A Villányi-hegység szerkezetét, mint ahogy Lóczy is megállapította, szabályos pikkelyeződés jellemzi, a vetődések azonban *Strausz* szerint csak kismértékűek és helyi jelentőségűek. A mozgást rögzítő pikkelyeződés a krétakori, *Vadász* szerint esetleg a délalpi szubhercini gyűrődéssel hozható összefüggésbe. A csak kis mérvű elmozdulásokat okozó haránttörések keletkezése *Vadász* szerint a stájer orogén szakasz idejére tehető, s a továbbiakban még fiatalabb mozgások is szóhoz jutottak a szerkezeti kép részleteinek alakulásában. A Villányi-hegység folytatását dél felé nagy nyugat-kelet csapású peremtörés vágja le és süllyesztí a mélybe. A Harsány-hegy morfológiájából is adódóan a területen a nyugat-

keleti irányú főtörés dominál, mely közrejátszásaként alakult ki a jelenlegi felszíni alakzat, a nyugat-keleti gerincirányú, meredeken délre dőlő pikkelyszerkezet. A bányászati tapasztalatok alapján a haránttörések iránya közel észak-déli. E törések mentén végbement oldatvándorlások eredményezték a kőzet erős kalcitosodását. Úgyszintén a kőzetdőlésre közel merőleges haránttörésekhez kötődnek a karsztosodási jelenségek is.

A bányaterület *hidrogeológiai* helyzetét a nagyharsányi mészkőbánya ásványvagyonának cementipari kutatása folyamán lemélyített négy kutatófúrás vizsgálta. A kutatófúrások mélysége 100 és 230 m között változik. A fúrások által regisztrált karsztvízszint 95,76 m B. f.

Az irodaszinten (151 m B. f.) mélyített Nagyharsány 1. sz. fúrás (Nh-1) a többi fúrástól eltérő vízszintet – azoknál 19 m-rel magasabb helyzetűt – regisztrált. Ennek oka, hogy a Nagyharsány 1. sz. fúrásban észlelt lokális vízfeldúsulás nem kommunikál a többi három (Nh-2, Nh-3 és Nh-4) fúrás által feltárt fő karsztvízrendszerrel. Ugyanis a jura- és krétamészkő határán települő vízzáró agyagos, bauxitos összlet az Nh-1 és a többi három fúrás által feltárt fő karsztvízrendszert elválasztja egymástól. A karsztvízszint helyzete a bánya nyersanyagkészletének alsó határát determinálja. Így a produktív nyersanyagterület vertikális határa a 96 m-es Balti-tenger feletti szint.

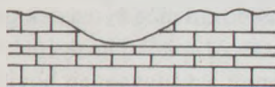
A morfológiai és geológiai adottságok bányaművelési konzekvenciái

A nyugat-keleti gerincirányú, délről meredekebben, északról lankásabban kiemelkedő Harsány-hegyet a bánya nyugati irányból fejtí. A viszonylag meredek morfológiából eredően lépcsőzetesen több szinten (151, 167, 185, 236 és 265 m B. f.) folyt, illetve folyik a mészkő kitermelése.

A művelhető ásványi nyersanyag határát horizontálisan a természetvédelmi, illetve a bányahatósági előírások, vertikális irányban a karsztvízszint (95,76 m) határozza meg.

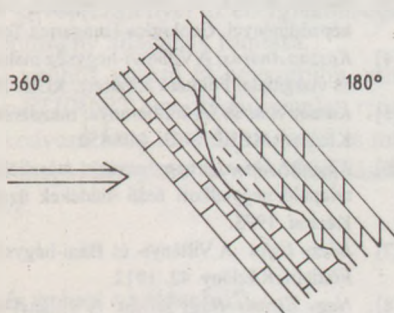
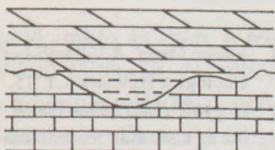
Az üledékes, réteges kőzetek anyaga az üledékképződés törvényei értelmében rétegenként változik. Így az anyagi összetételük, minőségük is rétegenként gyengébben vagy erősebben különbözik. A nagyharsányi mészkőbányában a rétegdőlés 47–54° déli irányba. A bányaművelés iránya, amennyiben észak vagy dél, mindig új rétegeket harántol. Észak felé haladva mindig idősebb, ellenkező irányba mindig fiatalabb rétegek kerülnek lefejtésre. A rétegdőlésre merőleges irányba (csapás), esetünkben a kelet felé haladó bányaművelés esetén a bányafalakkal hosszan azonos réteggösszlet harántolása történik, ennek eredményeként a kitermelt nyersanyag minősége is várhatóan egyenletesebb. Röviden az üledékes kőzetek művelésekor a dőlésre merőleges csa-

Középső-jura
mésző



Alsó-kréta
mésző

Középső-jura
mésző



ELSŐ FÁZIS:

A középső-jura mésző szárazulatra kerül. Felszínén a karsztosodás következtében mélyedések (dolinák, töbrök) keletkeznek.

MÁSODIK FÁZIS:

A karsztos eredetű mélyedések feltöltődnek bauxittal.

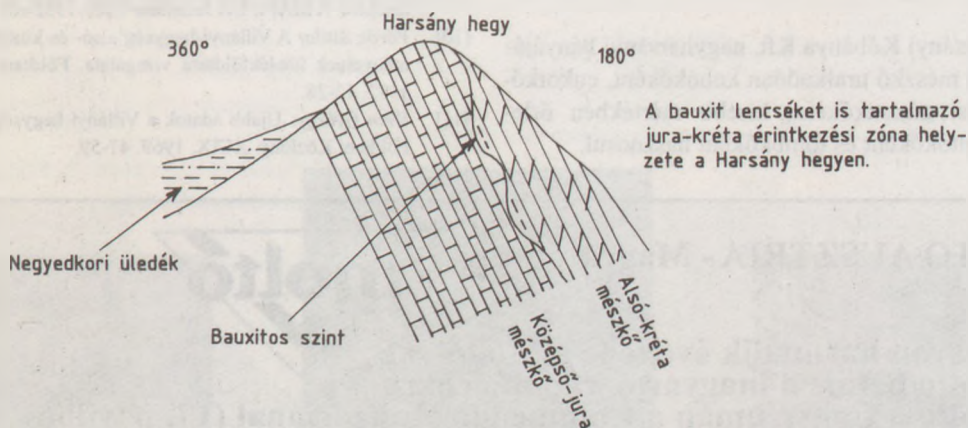
HARMADIK FÁZIS:

A transzgradáló kréta időszak tenger elöntötte a területet és üledéke befedte a jura mészövet és a bauxitos szintet.

NEGYEDIK FÁZIS:

Az északról jövő erőhatás eredményeként az összlet megbillent. Így ma már a mésző és a bauxit szint is déli irányú dőléssel rendelkezik.

A JELENLEGI HELYZET:



A bauxit lencsét is tartalmazó jura-kréta érintkezési zóna helyzete a Harsány hegyen.

7. ábra

A nagyarsányi mészőbányában mutatkozó bauxitos szint genetikájának elvi vázlata

pásirány a minőségileg legkisebb változékonyság iránya. A nagyarsányi mészőbányában a legkisebb változékonyság iránya a kelet, vagyis egyenletesebb minőségű bányatermékkel ilyen irányú fejtés esetén lehet számolni.

A nagyarsányi mészőbányában minőségrontó tényezőnek számít a kőzet változó mértékű töredezettsége (tömbkőtermelés szempontjából), kalcitosodása (kohókó

előállítás tekintetében), és belső meddőt okoz a jura és kréta határán mutatkozó vörös, bauxitos agyag. A töredezettséget elsősorban az észak-déli irányú haránttörések okozzák. A mésző töredezettsége változó mértékű. Nem csupán kisebb törések, de erősen tört, morzsolt zónák (törési breccsiák) is előfordulnak. A törésmentes, ép mészőpadokból tömbkő jövesztésére is megvan a lehetőség.

A haránttörések mentén, a morzsolt zónákban és a kőzet repedéseiben áramló mésztartalmú oldatokból erős kalcitkiváltás, kalcitosodás mutatkozik. A fokozott mértékű kalcittartalom a mészkő kohókóként való hasznosítását nehezíti. Az 1990-es évben a 167 és 185 m-es szinteken feltártunk egy északkelet-délnyugati irányú, 100 m szélességű, erősen összetört, nagy kalcittartalmú zónát, melynek megjelenése a bányauzemben szelektív művelést (a mindenkori termékminőségi követelményeknek megfelelően a különböző minőségű kőzetek termelési helyeinek kívánt időben történő megválasztása) tett szükségessé.

Mivel a nagyharsányi bánya nyersanyagát képező mészkő réteges, pados, helyenként vastagpados, és a tektonikai mozgások nem mindenhol törték össze, így helyenként (például a 151 m-es bányaművelési szinten) megvan a lehetőség a kőzet tömbkóként való kitermelésének, illetve hasznosíthatóságának. A termelt mészkő-tömbök mérete általában 1-2 m³, de esetenként a 10-15 m³-es tömbök lefejtése is lehetővé válik. A tömbköből vágható kőzetlapok előállítását nehezítik a rétegfelületekkel közel párhuzamos agyagos, a mikrorepedésekhez hasonló elválási felület. E felületek mentén a fűrészelt lapok szétesnek, ezáltal lecsökken az egy tömbből előállítható hasznos lapkihozatal.

A jura- és krétakori mészkő érintkezési felületén mutatkozó, belső meddőt képező lencsés településű bauxitos agyag csak helyenként fejlődött ki tetemes vastagságban. A bányafalak maximálisan 10 m vastagságban tárták fel. A bauxitos agyag a lokális megjelenésből eredően a kőbányászat részére jelentős bányaművelési nehézséget nem okoz.

A Nagyharsányi Kőbánya Kft. nagyharsányi bányájában kitermelt mészkő uralkodóan kohókóként, cukorkóként, útépitési zúzottkóként, kisebb mértékben őrléményként, építőkóként és tömbkóként hasznosul.

A nagyharsányi mészkőbánya jelentős nyersanyag-készlettel rendelkezik. A megkutatott ásványvagyonnal a bányauzem még évtizedekig képes a térség ipari mészkő, zúzott- és építőkő igényének megfelelő ellátására. A megkutatott ásványvagyon bővítésére keleti irányban geológiai kedvezőek a lehetőségek, ami a természetvédelmi szervek ésszerű kompromisszumkészsége esetén meg is valósulhat.

Irodalom

- [1] *Fülöp József*: A Villányi-hegység krétaidőszaki képződményei. *Geologica Hungarica*. I. 15. 1-131. (1966)
- [2] *Hegyiné Pakó Júlia-Vitális György*: Cementipari nyersanyagaink és kutatásuk módszertana. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977.
- [3] *Kassai Miklós*: A Villányi-hegység északi előterének perm képződményei. *Geologica Hungarica* Tom. 17. (1976)
- [4] *Kaszap András*: A Villányi-hegység malm rétegeinek mikrofacies vizsgálata. *Földtani Közöny*. XCII. 1962. 61-68.
- [5] *Kaszap András*: A dél-baranyai mezozoós szigettrögök. *Földtani Közöny*. XCIII. 1963. 440-450.
- [6] *Klespitz János*: A nagyharsányi mészkőbánya északi előterében települő negyedkori fedő üledékek üzemi geológiai kutatása. Kézirat. 1993.
- [7] *Lóczy Lajos*: A Villányi- és Báni-hegység geológiai viszonyai. *Földtani Közöny*. 42. 1912.
- [8] *Nagy Elemér-Nagy István*: A Villányi-hegység triász képződményei. *Geologica Hungarica*. I. 17. 1976. 111-168.
- [9] *Telegdi Róth Károly*: Jelentés az 1930. és 1931. évben a Bakony-hegységben és a Villányi-hegységben végzett bauxitkutatásokról. A MÁFI. Évi Jelentése 1929-1932-ről. (1935)
- [10] *Vörös Attila*: A Villányi-hegység alsó- és középsőjura képződményeinek üledéktöltési vizsgálata. *Földtani Közöny*. 102. 1972. 12-28.
- [11] *Wein György*: Újabb adatok a Villányi-hegység szerkezetéhez. *Földtani Közöny*. XCIX. 1969. 47-59.

MOLTO AUSZTRIA - Magyarország



- Immáron harmadik évtizede a Molto-val
- a Molto betört a magyarországi piacokra is
- a Molto a Construmán a Commenda Hungáriánál (17. pavilon)

A magyar piacokon egyre bővülő termékajánlataival jelenik meg a Molto. A barkácsolók jól ismerik a Moltofill és Moltoflott termékeket, a festők, tapétázók és felújítók körében a Molto ragasztók, faglettek és fapácok a legkedveltebbek.

Felvilágosítás:

Molto - Commenda
Commenda Hungária Kft.
H- 1037 Zay utca 1-3.

COC GmbH, Dr. Elisabeth Czerwenka Kulmon
A - 1180 Wien, Aumannplatz 2.
Tel.: +43/1/479 8085, Fax: +43/1/479 8086
Budapest: Ágnes Bingler, Tel./Fax: +36/1/220 2832

ÚJDONSÁGOK

eternova

forradalom a tetőn

A modern tető

Egyszerre robusztus, energiatakarékos és szép. A tetőknek ma több funkciót is be kell tölteniük. A szél- és esőtől való védelem mellett a hőszigetelés és az esztétikus megjelenés igényei is előtérbe kerülnek. Az öregebb tetők jelentős hányada nem tesz eleget a modern követelményeknek, ennek következményei az energiaköltségek növekedése és az építmény állapotának romlása.

Valójában az új tetőhöz vezető út egyszerűbb, mint azt gondolnánk. Az ETERNIT egy olyan komplett rendszert kínál, amely kedvező áron kiváló minőségű és magas műszaki értékű megoldást garantál a tetőfelújításokhoz, renoválásokhoz.

„Az öregből újat és szépet varázsolni”

Az eternova fedéllemezekkel gyorsan és kedvező áron adhatunk új fényt a régi tetőinknek. Minden tetőforma,

minden stílus harmonikusan visszaadható egy modern anyag színgazdagságának és kiváló tulajdonságainak ötvözetével.

A megoldás neve: eternova

Felújításnál a „tető a tetőn” felülfedés rendszerünk a megoldás. Az eternova rendkívül csekély súlya és egyszerű kivitelezése lehetővé teszi a tetőfelújítások különösen praktikus technikáját – felülfedést (1-3. ábrák).

Az új eternova tető – síklemez vagy hullám – optimált szerkezetével egyszerűen a már meglévő tetőre kerül. A régi tető ezzel egy altető szerepét veszi át.

Így megtakaríthatja az építető vagy kivitelező a bontási munkákat, az építési törmelékek keletkezését és az ezzel járó elszállítási és depóniaköltségeket. Emellett a tetőfedési munkák ideje alatt a ház zavartalanul és az esőtől való beázás veszélye nélkül lakható. Ipari és vállalkozási épületek a munkák ideje alatt megszakítás nélkül üzemelhetnek. Ezek kimagasló előnyök a szokásos tetőcserékkel szemben!

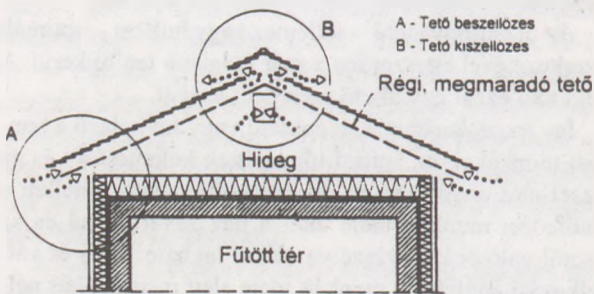


1-2. ábrák
A hőszigetelő elemek fektetése és rögzítése

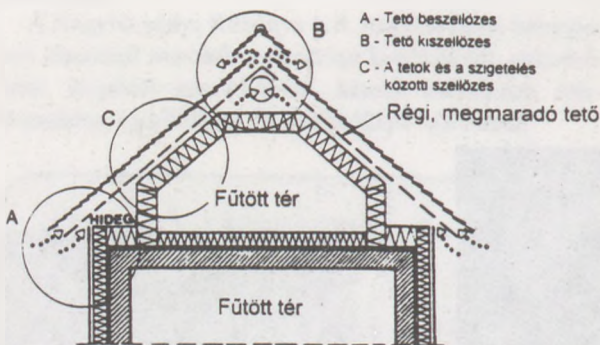
3. ábra
Fedési munka a felülfedésnél

Az építetők előnye az eternova felülfedésnél

- Csekély kivitelezési költségek, mert a bontási munkák elmaradnak.
- A régi tetőből származó építési törmelék elszállításának költségei megtakaríthatók.
- Az épület a munkák közben zavartalanul lakható, üzemelhető.
- Vízkárokkal szemben tökéletes a biztonság.
- Egyszerű, olcsó tetőszerkezet.
- Gyors munkavégzés az egyszerűbb fedési lehetőségek következtében.
- Egy építéstechnikailag előnyös altető alakul ki (4-5. ábra).



4. ábra
Átszellőztetett tetőhéj



5. ábra
Átszellőztetett padlástér

- A utólagos hőszigetelés igen egyszerűen megoldható.
- Az utólagos hőszigetelés következtében a tetőtérben lakóhelyiségek alakíthatók ki.
- Az utólagos hőszigeteléssel a későbbiekben jelentős fűtési energiaköltségek takaríthatók meg.

Az eternova-hőszigetelő rendszer megőrzi a meleget. A tetőfelújítások alkalmával a lakóterület bővítése érdekében gyakran gondolnak a tetőtér-beépítés lehetőségére. A tetőtéri lakóhelyiségek kialakításának gondolata azonban a tető tökéletes hőszigetelését teszi szükségessé.

Ehhez ideálisan kombinálható az eternova sík- vagy hullámlemez felülfedés a kiváló ETERNIT hőszigeteléssel. Így a tetőtérben rövid idő alatt olyan komfortos lakóterület alakítható ki, amely minden évszakban kellemes klímát biztosít. Egy hangulatos vendégszoba, új hobbiműhely vagy egy külön birodalom a gyermekeknek, így nem zavarja a ház életét.

Azoknak az előnyöknek igényei, amelyeket – az ETERNIT széles választékával – a hőszigeteléssel összekapcsolt eternova felülfedés lehetővé tesz, természetesen raktárak, ipari épületek, bevásárlócsarnokok, üzletek és más létesítmények felújításánál is felmerülnek. Az üzleti kiesések a tetőfelújítás alatti üzemszünet következtében elmaradnak, a fűtési költségek csökkennek, és mindezen sikerek beruházási költségei csekélyek.

Számoljunk csak... A hőszigetelés mindenképp megtérülő beruházás. Magánháznál a **fűtési költségek 30%-a is megtakarítható!** A fűtési energia jelentős része a rosszul hőszigetelt építőelemeken keresztül vész el. Az építőelemek hőszigetelő képességét a hőátbocsátási tényező, a „k” jelzi. Itt az a szabály érvényes, hogy minél kisebb a „k” értéke, annál jobb az építőelem hőszigetelő teljesítménye, és természetesen annál kevesebb vész el a fűtési költségekből.

Az ETERNIT hőszigetelő-rendszer meggyőzően alacsony „k” értékekkel rendelkezik:

- 0,5 (8 cm-es elemeknél)
- 0,4 (10 cm-es elemeknél)
- 0,33! (12 cm-es elemeknél)

A „k” érték javításával 1,1-ről 0,33-ra például a tetőfelület minden négyzetméterén évente több mint 7 liter fűtőolaj takarítható meg. Tisztán látható, hogy megéri számolni!



Keressen fel bennünket a CONSTRUMA Építőipari Szakkiállításon!
1995. április 25–29.
BNV területe „C” pavilon 8/a stand

„Energiatakarékos egy életen át”

ha

IPLUS NEUTRAL, IPLUS SOLAR, IPASOL

napvédő, hővédő, klimatikus hőszigetelő üveget épít be

Fényáteresztés
összenergia átbocsátás

Hőátbocsátási tényező

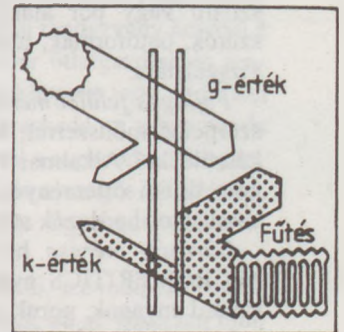
IPLUS NEUTRAL

felépítés

neutral	4/14/4	70/62
neutral	4/16/4	70/61
neutral R	4/14/4	75/62
neutral R	4/16/4	75/62
neutral R	5/14/5	74/61
gold 1.4	4/14/4	60/57
gold 1.4	5/16/4	59/55

„k” = 1,2-1,4 W/(m² • K)
(gáztöltéssel)

Lakóépületek, irodák, kórházak
ajtó-ablak, homlokzati üvegfa-
lak hőszigetelő üvegezése. Né-
met „Blauer Engel” környezet-
védelmi minősítéssel.

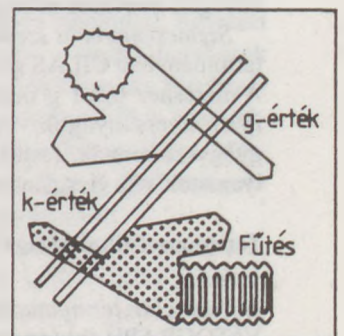


IPLUS SOLAR

solar	6/14/4	50/37
sofia I.	6/16/4	69/50
sofia II.	6/16/4	58/45

„k” = 1,5 W/(m² • K)
(gáztöltés nélkül)

Tetők, télikertek, kiállítóter-
mek, homlokzati üvegfa-
lak hőszigetelő üvegezése.

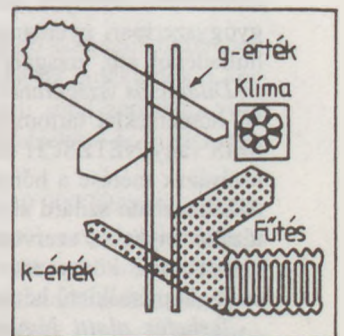


IPASOL

neutral R	6/16/4	51/43
natura	6/16/4	66/34
gold	6/16/4	30/17
bronze	6/16/4	45/29
silber	6/16/4	55/49
blau	6/16/4	56/37
grün	6/16/4	55/42
grau	6/16/4	36/28

„k” = 1,1-1,4 W/(m² • K)
(gáztöltéssel)

Középületek, irodák, kiállító-
termek, homlokzati üvegfa-
lak függönyfalak hőszigetelő üve-
gezése.



Hagyományos

egyrétegű, kétrétegű
üvegezés

„k” = 2,8-5,8 W/(m² • K)

Megrendelhető:

Megtakarítás:
20 l/m²-54 l/m² fűtőolaj fűtési
idényenként, az üvegfelület
egy négyzetméterére vetítve.

WARIGLAS Kft.

1087 Budapest, Kerepesi út 27/a.
Telefon: 210-0645, 210-0590
Telefax: 133-1570 Telex: 22-6696

PELLE-WARITHERM®KKT.

6400 Kiskunhalas, Szász Károly u. 2.
Telefon: 77/423-791 Fax: 77/322-791
Telephely: 6400 Kiskunhalas,
Középső ipartelep 8.

NIVO GLASS Kft.

Nivo Glass Kft.
2083 Solymár, Rönk u. 1.
Telefon/fax: 26/367-112



SZILIKÁTKÉMIAI ANYAGVIZSGÁLÓ-KUTATÓ LABORATÓRIUM

várja kutatási, fejlesztési, szakértői megbízásukat komplex anyagvizsgáló lehetőséggel!

Fizikai vizsgálatok

Porozitás és pórusméret-eloszlás mérése 0.004-177 μm pórusátmérő tartományban MICROMERITICS gyártmányú higanypenetrációs poroziméterrel. Alkalmazható szilárd vagy por alakú anyagok, kőzetek, kerámiák, szűrők, öntőformák, tűzálló anyagok stb. porozitásának vizsgálatára.

Fajlagos felület mérése „egyponos” nitrogéngáz abszorpciós módszerrel, MICROMERITICS gyártmányú készülékkel. Alkalmos 1 m^2/g -nál nagyobb felületű anyagok, finom őrlemények, gyógyszeripari nyersanyagok, katalizátor-hordozók stb. felületének mérésére.

Sűrűség mérése hélium-piknométeres módszerrel MICROMERITICS gyártmányú készülékkel. Alkalmos szilárd anyagok, porok, ásványok, kőzetek, fémek, üvegek, kerámiák stb. vizsgálatára. Folyadék-piknométerrel nem vizsgálható (a folyadékban oldódó, vagy reagáló) anyagok mérésére is használható.

Szemcseméret és szemcseeloszlás mérése 1-192 μm -es tartományban CILAS gyártmányú lézer granulométerrel. A méréshez 0,5-1 g minta elegendő. Alkalmos szilikátipari nyersanyagok, cement, alumíniumoxid porok, gyógyszerminták, festékekporok, csiszolóporok, őrlési folyamatok stb. vizsgálatára.

Termoanalitikai vizsgálatok

Differenciál termoanalitikai vizsgálatok MOM DERIVATOGRAPH-fal (az anyag- tömeg és entalpia-változásának mérése a hőmérsékletváltozás függvényében). Alkalmazható ásványok, kőzetek, üveg-, kerámi-, cement-, gyógyszeripari nyersanyagok, félkész és késztermékek, hulladékok stb. vizsgálatára.

Dilatációs vizsgálatok 20-1000, 20-1500 és -170+400 $^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet tartományban LEITZ-WETZLAR, LINSEIS vagy NETZSCH dilatométerrel (az anyag hosszváltozásának mérése a hőmérséklet-változás függvényében). Alkalmazható szilárd anyagok, fémek, üvegek, kerámiák, tűzálló anyagok, szerves és szervetlen építőanyagok stb. vizsgálatára; környezeti hatásoknak kitett anyagok alacsony hőmérsékletű hőtágulásának mérésére.

Terhelés alatti lágyulás és kúszás vizsgálata max. 1700 $^{\circ}\text{C}$ -ig NETZSCH gyártmányú célkészülékkel. Tűzálló anyagok vizsgálata a DIN 51053, illetve az MSZ-KGST 2894-81 és 2226-80 szerint.

Kristályszerkezeti vizsgálatok

Röntgen pordiffrakciós mérés JEOL és Rigaku Denki röntgen-diffraktométerrel, bármilyen kristályos anyag vizsgálatára.

- Minőségi fáziselemzés: építőanyag-ipari nyersanyagok, félkész és késztermékek, biokerámiai stb. anyagok kristályos fázisainak azonosítására.
- Mennyiségi fáziselemzés: agyagásvány-tartalmú nyersanyagok montmorillonit, illit, kaolinit, klorit, kvarc, földpát, plagioklász, kalcit és dolomit tartalmának meghatározása kvarc belső standard használatával. Teljes fázisösszetétel-számítás portland és alumínátcement klinkerekre. Különböző minták korund-, cirkon-, krisztoballit- és mullittartalmának meghatározására.
- Magas hőmérsékletű vizsgálatok Pt mintatartóval, levegőn 1550 $^{\circ}\text{C}$ -ig, Ta mintatartóval vákuumban 2200 $^{\circ}\text{C}$ -ig magas hőmérsékletű fázisátalakulások kimutatására.

Morfológiai és mikroszondás vizsgálatok

Morfológiai vizsgálatok JSM-35 típusú pásztázó elektronmikroszkóppal 20-60 000-szeres nagyítási tartományban. Alkalmos szilikátipari nyersanyagok, félkész- és késztermékek, szálasanyagok, kőzetek stb. textúrájának vizsgálatára.

Elektronsugaras mikroanalízis LINK EDX 290 típusú készülékkel. Morfológiailag is megfigyelhető különböző fázisok, anyag-inhomogenitások, hibahelyek (például üveghibák) kémiai összetételének meghatározása. Morfológiai és mikroszondás felvételével a szálkorróziós folyamatok is tanulmányozhatók.

Optikai mikroszkópia OLYMPUS mikroszkóppal és képanalizátorral. Alkalmos szilárd anyagok (szálasanyagok, kőzetek, alumíniumoxid termékek, biokerámiák) optikai tulajdonságainak, jellemző optikai paramétereinek meghatározására. A mérési adatok számítógépes feldolgozása képanalizátor segítségével történik.

Kémiai összetétel meghatározása

Röntgenfluoreszcens analízis Philips PW 1410 analízátorral. Szilikátipari alapanyagok, félkész- és késztermékek sorozatvizsgálatára.

További információk:

1034 Budapest, Bécsi út 122-124.

Postacím: 1300 Budapest, Pf. 112. SZIKKTI

Laborvezető: Dr. Wojnárovits Lászlóné

Telefon: (36-1) 188-8752, 250-1311

Fax: (36-1) 168-7626

EGYESÜLETI ÉS SZAKHÍREK

BESZÁMOLÓ RENDEZVÉNYEKRŐL

Az 1995. január 26-ai országos elnökségi ülés

Sey Pongrác főtitkár beszámolt az Egyesület tevékenységével összefüggő 1994. évi eredményekről, az Egyesület működésével kapcsolatos feladatok elvégzéséről.

Koska János főtitkárhelyettes ismertette az 1994. évi előzetes mérleg adatait. Az országos Elnökség az Ellenőrző Bizottságot felhatalmazta az SZTE 1994. évi mérlegének és az 1995. évi költségvetésének véglegesítésére, aláírására.

Dr. Mihócs Ferenc elnök elmondta, hogy az országos elnökségi ülés év elejei megrendezése azért volt szükséges, hogy a tisztújító közgyűléssel kapcsolatos alapszabályi előírásoknak a vezetőség időben eleget tudjon tenni.

A tisztújító közgyűlés időpontja: 1995. június 14. (szerda), 10 óra.

A közgyűlést meg kell előzzék a szakosztályok tisztújító ülései. A vezetőség célszerűnek tartja a szakosztályi vezetőségi üléseket szakmai rendezvényekhez kapcsolni. A tisztújító üléseket 1995. április 30-ig kell megtartani.

A jelölőbizottság összetételére a következő javaslat született:

vezetője: dr. Balázs György
tagjai: Mogyorósi Sándorné
Füvesi Margit
dr. Kausay Tibor
Gallé Gábor

A bizottság összetételét az Elnökség elfogadta. Javaslatot tett a vezetőség az Alapszabályt módosító bizottságra:

vezetője: Koska János
tagjai: a szakosztálytitkárok

A megújult szakértői szabályzat előírja a Minősítő Bizottság megalakulását. Javaslat a bizottság összetételére:

vezetője: Serédi Béla
tagjai: Karacs Gábor
Gallé Gábor
Chikán János
Kovács Ferenc

Hírös Bau '94

Hírös Bau '94 megnevezéssel rendeztek a múlt évben, október 19. és 21. között Építőanyagipari és Építészeti szakkiállítást és vásárt Kecskeméten. A kiállításnak a Művelődési Központ adott helyet, de a szabad téren kiállítók elfoglalhatták a város főterének nagy részét is. A kiállításához kapcsolódó előadások, szakmai vitafórum és a „Kiállítók bemutatkoznak” című rendezvény helyéül a Liberté Kávéház szolgált. A vásár ötletgazdája és rendezője a PIAC Marketing Üzletközpont volt; védnökei sorában szerepelt az ipari és kereskedelmi miniszter és Kecskemét polgármestere is. A cél a regionális szempontokat elsődlegesen érvényesítő, de országos kitekintésű, sőt, nemzetközi vonatkozásban is figyelmet keltő rendezvény lebonyolítása volt.

Elsősorban helyi, megyei, állami, szövetkezeti és magáncégek mutatták be termékeiket, de az összesen mintegy 80 kiállító sorában számos távolabbi területről érkező cég, köztük 15 külföldi vegyes vállalat is szerepelt.

Az átfogó program két főirányra tagolódott. Egyrészt a kiállító szakcégek és vállalkozók – esetleg beruházók – figyelmét hívták fel Kecskemét és környéke beruházásaira, illetve az ott tervbe vett rekonstrukciókra, iparterületi fejlesztésekre, autópálya és repülőtér építésére. Másrészt a beruházók ismerkedhettek meg új építőanyagokkal, tervezési és technológiai eljárásokkal.

A lakás-, illetve házépítés korszerű anyagainak, eszközeinek bemutatása ugyancsak széles skálán mozgott. Nemcsak az alapozástól a tetőfedésig terjedő nagy választékú, közvetlen építőanyag jelent meg, hanem számos korszerű szerelvény, eszköz, lakberendezési, sőt, kertépítési termék is.

A Hírös Bau '94-hez kapcsolódó szakmai konferencián előadásokat hallgathattak meg az érdeklődők a korszerű építőanyagokkal, építészeti módszerekkel, valamint az épületgépészeti berendezésekkel és rendszerekkel kapcsolatosan.

A szakemberek és a mintegy 30 000 látogató tájékoztatásán, figyelmének felkeltésén túl, a rendezők sikernek könyvelhették el a vásáron létrejött sok milliós üzletkötést is. Az építésben működő szakemberek szemügyre vehették az építő- és építőanyagipar jelenlegi helyzetének, szerkezetátalakulásának egy jellegzetes fázisát; a gyártók, kereskedők pedig tájékozódhattak az aktuális és a várható piaci helyzetről. A jelentős érdeklődés és eredményesség nyomán ez évben is rendeznek Hírös Bau kiállítást és vásárt. Lapunk, az ÉPÍTŐANYAG már jelezte idei részvételi szándékát.

Farnady Ferenc

BETONFELÜLETEK JAVÍTÁSÁRA, KIEGYENLÍTÉSÉRE, KÉPZÉSÉRE ajánlja



termékei közül:

1. Belső terek aljzatkiegyenlítésére alkalmas a

PADLOPON

önterülő szárazhabarcs

Szennyeződésektől mentes, szilárd, C-12 minőségű, alapozott aljzatra hordható fel. Sima, egyenletes, kemény felületére PVC burkolatot vagy szőnyegpadlót kell fektetni.

2. A Padlopon-nál szélesebb felhasználási lehetőségei vannak a

PADLOPON EXTRA

önterülő aljzatkiegyenlítő habarcsnak

- fagynak és víznek ellenáll, ezért külső térben is alkalmazható
- merev burkolatok (kerámia, parketta) alatti aljzatkiegyenlítésre is megfelel
- felülete nem igényel védelmet, önálló burkolatként is alkalmas

3. Nagyobb igénybevételre, vastagabb rétegben a

PADLÓDUR

csúszásmentes ipari padlóburkoló szárazhabarcsot ajánljuk

A 10–12 mm vastagságban egy rétegben kialakított padlóburkolat a legtöbb ipari igénybevételnek megfelel. Jó kopásállósága és nedvesen is nagy csúszásellenállása következtében előnyösen alkalmazható műhelyek, garázsok, élelmiszeripari létesítmények, kórházak, laboratóriumok, erkélyek, loggiák stb. burkolatának kialakítására.

4. Kül- és beltérben betonszerkezetek javítására használható akár foltszerűen, akár vékony réteggént a

SZILETON BJ

betonjavító szárazhabarcs termékcsalád

melynek részei:

- SZILETON BJ–2 alapozó, tapadóhíd kialakítására
- SZILETON BJ–3 javítóhabarcs, durva szemszerkezet
- SZILETON BJ–4 javítóhabarcs, közepes szemszerkezet
- SZILETON BJ–5 felületképző habarcs

5. Kiváló beltéri glettanyag a

BREPLASTA

Alkalmazható nem vizes helyiségekben, lakóépületekben felületkiegyenlítőként. Felülete festhető, tapétázható.

Termékeinkkel kapcsolatban részletes szaktanácsadás, információ a vásárlás lehetőségeiről:

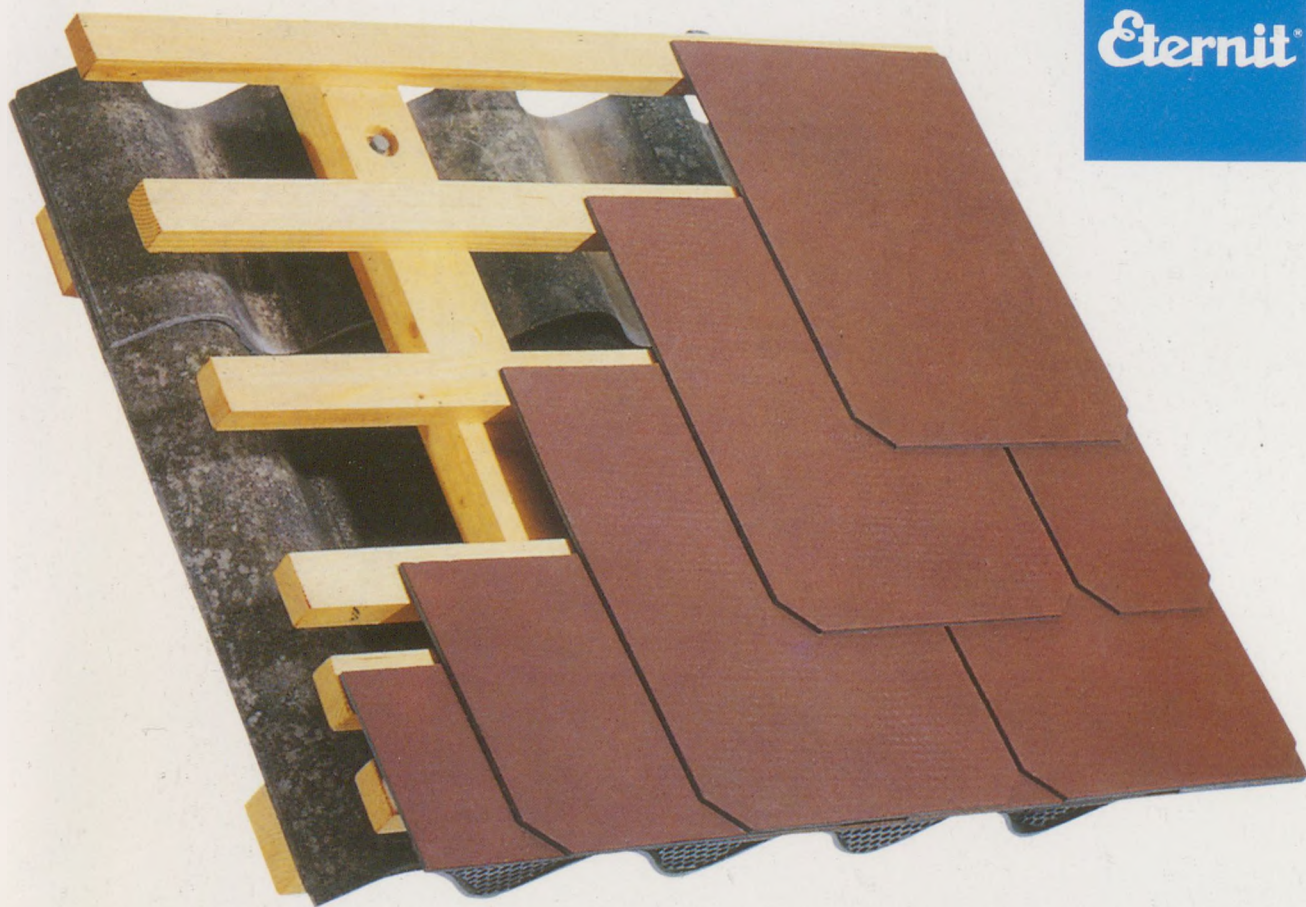


Építőanyagipari RT.

Kereskedelempolitikai Iroda
1072 Budapest, Nagy Diófa u. 10–12.
Telefon: 342-8969, 322-1066
Telefax: 342-2152

eternova®

„Tető a tetőn”



ETERNIT KFT

H-2536 Nyergesújfalu, Pf. 1
Tel.: (33) 355-613
Fax: (33) 355-700

ETERNIT KFT

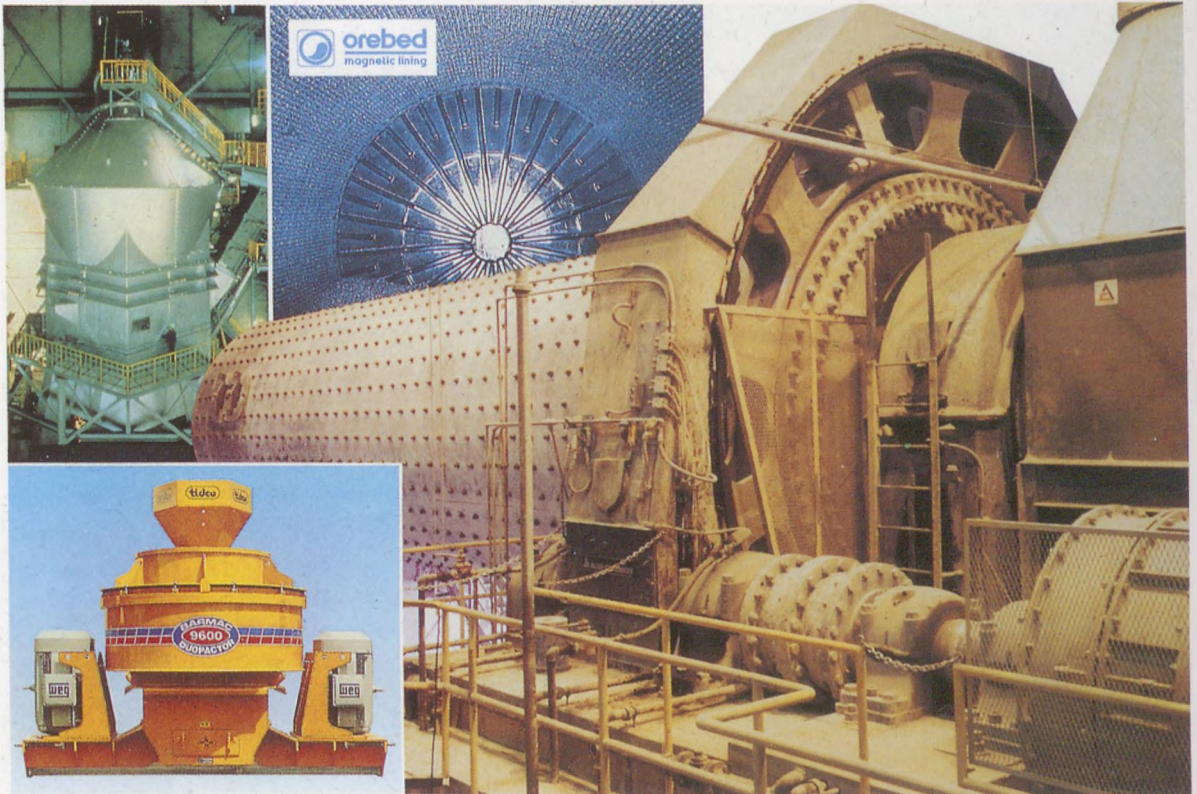
BUDAPESTI KÉPVISELET
H-1037 Bp., Bécsi út 85.
Tel.: (1) 250-8133
Fax: (1) 250-8135

SVEDALA



ALLIS
MINERAL SYSTEMS

ALLIS TIDCO KFT.



**CEMENTIPARI ÓRLŐGÉPEK
ÉS EGYÉB ÁSVÁNYI
NYERSANYAG-ELŐKÉSZÍTŐ
BERENDEZÉSEK, TECHNOLÓGIÁK.**

ALLIS TIDCO KFT.

1146 Budapest, Hungária krt. 162.

Telefon: 122-2269 Fax: 122-3820